

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000194736 A**

(43) Date of publication of application: **14 . 07 . 00**

(51) Int. Cl.

G06F 17/50
G06T 17/40
G09B 9/00
// G09B 11/10

(21) Application number: **10371575**

(22) Date of filing: **25 . 12 . 98**

(71) Applicant: **KAWASAKI HEAVY IND LTD**

(72) Inventor:
KUROSAKI YASUMITSU
WADA TAKAO
MIYAMOTO YUICHI
NAGAMATSU YOSHIO
TAKETOMI SOKO
MATSUI KENICHIRO
SAWAI TSUNEYOSHI

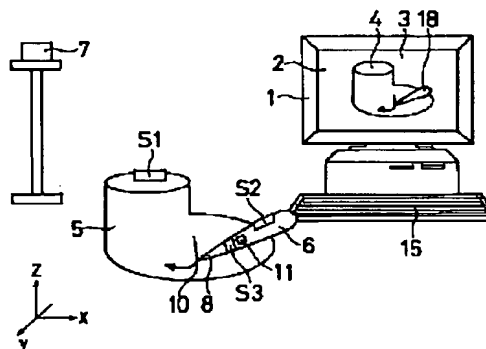
(54) METHOD AND DEVICE FOR SIMULATION WORK

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve high reality by applying a touch close to the working operation of real world and stress to an operator at the time of operating a simulation working machine tool by deforming the image of a three- dimensional(3D) object to be worked displayed on a 2D display screen with this simulation working machine tool.

SOLUTION: The operator holds a model 5 in one hand, holds a simulation working machine tool 6 in the other hand, detects the position and attitude of the model 5 through a sensor S1 detects the position and attitude of the simulation working machine tool 6 through a sensor S2 and further detects the pressure contacted to the model by the simulation working machine tool 6 through a force sensor S3. The touched part of an image 4 displayed on a display screen 3 is deformed. The time change rate of a deformation quantity corresponds to the pressure.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-194736

(P2000-194736A)

(43)公開日 平成12年7月14日(2000.7.14)

| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード [*] (参考) |
|--------------------------|------|---------------|--------------------------|
| G 0 6 F 17/50 | | G 0 6 F 15/60 | 6 2 6 G 5 B 0 4 6 |
| G 0 6 T 17/40 | | G 0 9 B 9/00 | Z 5 B 0 5 0 |
| G 0 9 B 9/00 | | 11/10 | Z |
| // G 0 9 B 11/10 | | G 0 6 F 15/62 | 3 5 0 K |

審査請求 有 請求項の数8 OL (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平10-371575

(22)出願日 平成10年12月25日(1998. 12. 25)

(71)出願人 000000974

川崎重工業株式会社

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

(72)発明者 黒崎 泰充

兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

(72)発明者 和田 多加夫

兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

(74)代理人 100075557

弁理士 西教 圭一郎 (外3名)

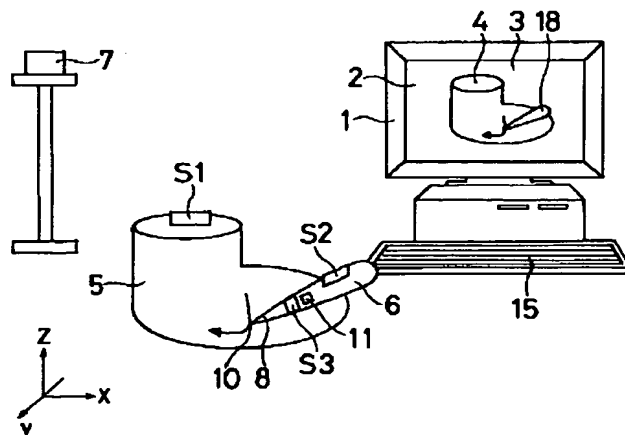
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 模擬加工方法および装置

(57)【要約】

【課題】 2次元表示面3に表示された3次元被加工物の画像4を、模擬加工工具6で変形し、この模擬加工工具6の操作時に、実世界での加工操作に近い手応え、反力を操作者に与え、高い現実感を達成すること。

【解決手段】 操作者が一方の手にモデル5を把持し、他方の手に模擬加工工具6を把持し、モデル5の位置および姿勢をセンサS1によって検出し、模擬加工工具6の位置および姿勢をセンサS2によって検出し、さらに模擬加工工具6がモデルに接触した圧力を力センサS3によって検出する。表示面3に表示される画像4の前記接触した部分を変形する。変形量の時間変化率は、圧力に対応する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2次元表示面に、3次元被加工物の画像を表示し、

操作者が把持した模擬加工工具を、モデルに、接触し、模擬加工工具が接触したモデル上の位置を検出するとともに、その接触の圧力を検出し、

表示面に表示される画像の前記接触した部分を、変形し、この変形量の時間変化率は、前記圧力に対応し、表示面に、変形後の画像を表示することを特徴とする模擬加工方法。

【請求項 2】 操作者が把持したモデルの姿勢を検出し、

操作者から見たモデルの表面に対応する被加工物の形状を、表示面に画像で表示することを特徴とする請求項 1 記載の模擬加工方法。

【請求項 3】 モデルの表面上の位置と、画像で表示される被加工物の位置とを、予め対応しておき、モデルの表面上の位置に対応する画像の位置で画像を変形することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の模擬加工方法。

【請求項 4】 モデルの形状と画像で表示される被加工物の形状とは、類似していることを特徴とする請求項 3 記載の模擬加工方法。

【請求項 5】 モデルの形状と画像で表示される被加工物の形状とが異なっていることを特徴とする請求項 3 記載の模擬加工方法。

【請求項 6】 画像で表示される被加工物の表面を複数の領域に分割し、

各領域毎に選択的に、モデルを対応させ、

モデルの表面上の位置と、選択された領域内の位置とを、予め対応しておき、モデルの表面上の位置に対応する画像の領域の位置を変形することを特徴とする請求項 3 記載の模擬加工方法。

【請求項 7】 模擬加工されるべき被加工物の外形の 3次元データをストアするメモリと、

操作者が把持したモデルの位置および姿勢を検出する第 1 検出手段と、

第 1 検出手段の出力にตอบสนองし、2次元表示面を有し、メモリにストアされたデータを読み出し、操作者から見たモデルの表面に対応する被加工物の形状を表示面に画像で表示する表示手段と、

模擬加工工具と、

模擬加工工具のモデルに接触した位置を検出する第 2 検出手段と、

模擬加工工具をモデルに接触したときの圧力を検出する圧力検出手段と、

第 2 検出手段と圧力検出手段との出力にตอบสนองし、画像の前記接触した部分を、変形し、かつ、この変形量の時間変化率は、圧力に対応するように、メモリにストアされているデータを補正する画像データ補正手段とを含むこ

とを特徴とする模擬加工装置。

【請求項 8】 第 2 検出手段はまた、模擬加工工具の姿勢をさらに検出し、

画像データ補正手段は、検出された模擬加工工具の姿勢に対応する変形方向に、前記接触した部分の画像変形を行うことを特徴とする請求項 7 記載の模擬加工装置。

【請求項 9】 凹んでゆく方向または隆起してゆく方向のいずれかの変形方向を設定する手段をさらに含み、

画像データ補正手段は、変形方向設定手段の出力にตอบสนองして、前記接触した部分のメモリにストアされているデータを、画像が凹んでゆくように、または隆起してゆくように、補正することを特徴とする請求項 7 または 8 記載の模擬加工装置。

【請求項 10】 画像データ補正手段は、モデルの表面上の位置と、画像で表示される被加工物の位置とを、予め対応しておき、モデルと模擬加工工具とを接触したときにおけるモデルの表面上の位置に対応する画像の位置で画像を変形することを特徴とする請求項 7～9 のうちの 1 つに記載の模擬加工装置。

【請求項 11】 画像データ補正手段は、

画像で表示される被加工物の表面を、複数の領域に分割し、

各領域毎に選択的に、モデルを対応させ、モデルの表面上の位置と、選択された領域内の位置とを、予め対応しておき、モデルの表面上の位置に対応する画像の領域の位置を変形することを特徴とする請求項 7～10 のうちの 1 つに記載の模擬加工装置。

【請求項 12】 画像データ補正手段は、表示手段によって表示される被加工物の画像の少なくとも一部分の領域に、テクスチャを選択的に貼付けることを特徴とする請求項 7～11 のうちの 1 つに記載の模擬加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、いわゆるコンピュータグラフィックス（略称 CG）技術を適用して模擬加工工具を用いて操作者が被加工物体に造形を施し、3次元的にリアルタイムに視覚に訴える形で表示することができる、いわゆるバーチャル造形を行う模擬加工方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】2次元表示面に、3次元被加工物の立体視画像を表示し、このような仮想上のグラフィック空間内に表示された物体に対して、対話的に形状デザインを行うバーチャルデザインシステムが実現されている。表示面に表示される物体の形状の変形操作において、実世界での加工操作に近い手応えを操作者に提供することができることが要求されてきている。典型的な先行技術では、手応えの操作感覚を発生するために、複雑な構成を有するリンク機構が用いられる。操作者が把持する模擬加工工具には、リンク機構が連結され、操作感覚を発生

する。この先行技術では、被加工物の模擬物体であるモデルが固定的であり、現実感が乏しい。先行技術としては、たとえば特開平 2-227777 および本件出願人による特開平 10-20914 などが挙げられる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、操作者が把持した模擬加工工具に、手応えの操作感覚を発生して与え、しかも高い現実感を与えることができるようにした模擬加工方法および装置を提供することである。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、2次元表示面に、3次元被加工物の画像を表示し、操作者が把持した模擬加工工具を、モデルに、接触し、模擬加工工具が接触したモデル上の位置を検出するとともに、その接触の圧力を検出し、表示面に表示される画像の前記接触した部分を、変形し、この変形量の時間変化率は、前記圧力に対応し、表示面に、変形後の画像を表示することを特徴とする模擬加工方法である。

【0005】本発明に従えば、液晶または陰極線管などの2次元表示面に、3次元被加工物体の立体視画像を表示し、操作者は模擬加工工具を把持し、操作用模擬物体であるモデルに、模擬加工工具を接触する。モデルは、固定位置に設けられていてもよいけれども、操作者が把持して移動するようにしてもよい。

【0006】モデル上の模擬加工工具が接触した位置を検出することによって、表示面に表示される画像の接触した部分を変形するように補正して、表示する。模擬加工工具のモデルへの接触の圧力もまた、検出され、この検出された圧力に対応して、前記接触した部分の変形量の時間変化率が設定される。操作者が模擬加工工具をモデルに比較的大きな圧力で接触したとき、変形量の時間変化率が大きく設定され、短時間で大きな変形量が得られる。これとは逆に、接触の圧力が小さいとき、変形量の時間変化率は小さく、画像の前記接触した部分の変形が、ゆっくりと行われる。模擬加工工具は、たとえば回転砥石またはドリルを備える構成を模擬した外形が鉛筆状に形成されたものであってもよい。この加工というのは切削、変形、付加などを全て含む。こうして立体視されている画像の模擬加工工具が接触した部分を、実際と同じように変形して、その加工工具の画像に補正して、表示が行われる。操作者には、実世界での加工操作に近い手応えの操作感覚を与え、高い現実感を達成することができる。変形量とは、深さ、高さまたは体積であってもよい。

【0007】また本発明は、操作者が把持したモデルの姿勢を検出し、操作者から見たモデルの表面に対応する被加工物の形状を、表示面に画像で表示することを特徴とする。

【0008】本発明に従えば、操作者はモデルを把持し、そのモデルの姿勢を検出する。こうしてモデルの位

置と姿勢とを検出することによって、表示面には、操作者から見たモデルの表面に対応する被加工物体の形状を、立体視画像で表示することができる。したがって操作性がさらに向上される。操作者は、たとえば一方の手で模擬加工工具を把持し、他方の手でモデルを把持して、バーチャル造形を行うことができ、したがって高い現実感を達成することができる。

【0009】また本発明は、モデルの表面上の位置と、画像で表示される被加工物の位置とを、予め対応しておき、モデルの表面上の位置に対応する画像の位置で画像を変形することを特徴とする。

【0010】本発明に従えば、モデルの表面上の位置と表示面に画像で表示される被加工物体の位置とを、予め対応しておく。これによってモデルの形状と画像で表示される被加工物体の形状とがほぼ同一であって類似しているとき、または異なっているときのいずれであっても、モデルを用いて実世界での加工操作に近い手応えの操作感覚を容易に発生し、画像の変形動作を行うことができる。

【0011】また本発明は、モデルの形状と画像で表示される被加工物の形状とは、類似していることを特徴とする。

【0012】本発明に従えば、後述の図 2 に示されるように、モデルと画像の被加工物体とはほぼ同一であって、すなわち類似しており、したがって操作者は、現実に近い手応えを正確に得ることができるようになる。

【0013】また本発明は、モデルの形状と画像で表示される被加工物の形状とが異なっていることを特徴とする。

【0014】本発明に従えば、図 10 に関連して後述されるように、たとえば模擬加工工具を用いて変形された表示面上の画像が、初期の元の形状とは大きく変化したときであっても、同一のモデルを用いて、実世界での加工操作に近い手応えの操作感覚を発生することが正確に可能になる。

【0015】また本発明は、画像で表示される被加工物の表面を複数の領域に分割し、各領域毎に選択的に、モデルを対応させ、モデルの表面上の位置と、選択された領域内の位置とを、予め対応しておき、モデルの表面上の位置に対応する画像の領域の位置を変形することを特徴とする。

【0016】本発明に従えば、図 12 に関連して後述されるように、たとえば画像で表示される被加工物である物体の形状が、モデルに比べて大きいとき、その被加工物の表面を、たとえば樹目状に、すなわち正方形などの矩形の複数の領域に分割し、各分割した領域を選択して、前記各領域に類似した形状、たとえば矩形の板状のモデルに対応させる。さらにモデルの表面上の位置と、画像の選択された領域内の位置とを予め対応しておく。模擬加工工具をモデルの表面上の希望する位置に接触す

10

20

30

40

50

ることによって、その接触した位置に対応する前記領域の位置を変形する。こうしてモデルを、被加工物の画像の複数の分割された各領域に選択的に対応して、手応えの操作感覚を操作者に与えることができる。

【0017】また本発明は、模擬加工されるべき被加工物の外形の3次元データをストアするメモリと、操作者が把持したモデルの位置および姿勢を検出する第1検出手段と、第1検出手段の出力に回答し、2次元表示面を有し、メモリにストアされたデータを読み出し、操作者から見たモデルの表面に対応する被加工物の形状を表示面に画像で表示する表示手段と、模擬加工工具と、模擬加工工具のモデルに接触した位置を検出する第2検出手段と、模擬加工工具をモデルに接触したときの圧力を検出する圧力検出手段と、第2検出手段と圧力検出手段との出力に回答し、画像の前記接触した部分を、変形し、かつ、この変形量の時間変化率は、圧力に対応するように、メモリにストアされているデータを補正する画像データ補正手段とを含むことを特徴とする模擬加工装置である。

【0018】本発明に従えば、第1検出手段によって操作者が把持したモデルの位置とそのモデルの姿勢とを検出し、これによって表示手段では、2次元表示面に、操作者側から見た被加工物の形状の立体視画像を表示する。第2検出手段によって、操作者が把持した模擬加工工具のモデルに接触した位置を検出し、さらにその接触圧力を圧力検出手段によって検出し、こうして被加工物の画像の前記接触した部分を、変形する。その変形量の時間変化率は、圧力に対応して定められ、画像データを補正する。こうしてモデルを操作者が把持してそのモデルの位置および姿勢を変化しつつ、模擬加工工具で被加工物の画像を変形することができる。

【0019】また本発明は、第2検出手段はまた、模擬加工工具の姿勢をさらに検出し、画像データ補正手段は、検出された模擬加工工具の姿勢に対応する変形方向に、前記接触した部分の画像変形を行うことを特徴とする。

【0020】本発明に従えば、第2検出手段は、模擬加工工具のモデルに接触した位置を検出するだけでなく、その模擬加工工具の姿勢をも検出し、その模擬加工工具が、たとえば回転砥石またはドリルなどのような細長いたとえば鉛筆状の構成を有するとき、模擬加工工具の姿勢に対応して、被加工物の画像の変形する方向を、定めることができるようになる。これによってさらに、実世界での加工操作に近似した高い現実感を達成することができる。

【0021】また本発明は、凹んでゆく方向または隆起してゆく方向のいずれかの変形方向を設定する手段をさらに含み、画像データ補正手段は、変形方向設定手段の出力に回答して、前記接触した部分のメモリにストアされているデータを、画像が凹んでゆくように、または隆

起してゆくように、補正することを特徴とする。

【0022】本発明に従えば、被加工物の画像を、模擬加工工具によって凹ませてゆく、または隆起してゆくように、変形することができる。これによって3次元形状デザインがきわめて容易になる。特に被加工物体を部分的に隆起してゆくことが仮想上可能であり、モデルの改変が容易である。

【0023】また本発明は、画像データ補正手段は、モデルの表面上の位置と、画像で表示される被加工物の位置とを、予め対応しておき、モデルと模擬加工工具とを接触したときにおけるモデルの表面上の位置に対応する画像の位置で画像を変形することを特徴とする。

【0024】本発明に従えば、前述の請求項3と同様に、モデルの表面上の位置と、被加工物の位置とが予め対応しており、加工工具がモデルの表面に接触した部分のモデル表面上の位置に対応して、画像を、前記接触した部分の位置で変形する。こうしてモデルと被加工物との形状が類似しているときであっても、または類似しておらず、異なっているときであっても、実世界での加工操作に近い手応えを操作者に提供することができ、できるだけ高い現実感を伴って、操作者が模擬加工工具を操作することができるようになる。

【0025】また本発明は、画像データ補正手段は、画像で表示される被加工物の表面を、複数の領域に分割し、各領域毎に選択的に、モデルを対応させ、モデルの表面上の位置と、選択された領域内の位置とを、予め対応しておき、モデルの表面上の位置に対応する画像の領域の位置を変形することを特徴とする。

【0026】本発明に従えば、請求項6に関連して述べたように、被加工物が大いとき、その被加工物の表面を複数の領域に分割し、その分割された各領域毎に、モデルに選択的に対応し、モデルの表面上の位置と、選択された領域内の位置とを対応して画像の変形を行うことができる。これによって被加工物を、高精度で変形することができるようになる。

【0027】また本発明は、画像データ補正手段は、表示手段によって表示される被加工物の画像の少なくとも一部分の領域に、テクスチャを選択的に貼付けることを特徴とする。

【0028】本発明に従えば、被加工物の画像の少なくとも一部分の領域に、希望する色彩、模様などを有するテクスチャを選択的に貼付けることができる。これによってテクスチャ貼付けによる被加工物の完成品のイメージを理解することが容易になる。したがって模擬加工工具を用いて被加工物を加工する作業を、完成品のイメージを持ちながら、容易に行うことができるようになる。

【0029】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の一形態の全体の構成を示す斜視図である。パーソナルコンピュータなどの処理装置1に備えられている液晶または陰極線

管などによって実現される表示手段 2 の 2 次元表示面 3 によって、図 1 の手前にいる操作者のために、3 次元被加工物の立体視画像 4 が表示される。操作者は、一方の手によって操作対象物であるモデル 5 を把持し、他方の手で細長い模擬加工工具 6 を把持する。モデル 5 は、たとえば製靴業における靴木型であって、人の足骨格を基本にして作成されるので、その形状変形を繰返しても、モデル 5 と被加工物の画像 4 との各形状は同一または類似しており、その形状差異は大きくことなることはなく、いわゆる相似関係を保ち続ける。実空間において、x y z 直交座標系が設定され、これに応じて表示面 3 に画像 4 が表示される。

【0030】モデル 5 の前記座標系における位置および姿勢を検出するために、センサ S 1 と発振器 7 とが設けられる。センサ S 1 は、モデル 5 に固定される。発振器 7 は、固定位置に設けられる。センサ S 1 は、第 1 検出手段を構成する。さらに模擬加工工具 6 には、センサ S 2 が固定され、発振器 7 とともに第 2 検出手段を構成し、模擬加工工具 6 の位置および姿勢、したがってその模擬加工工具 6 のモデル 5 に接触する先端部 8 の前記座標系における位置および姿勢を検出する。センサ S 1、S 2 は、発振器 7 によって発生される交流磁界内に存在し、その交流磁界の強さおよび方向に基づいて、前述のように位置および姿勢を検出することができる。

【0031】センサ S 1、S 2 および発振器 7 によってモデル 5 および模擬加工工具 6 の位置および姿勢を検出する構成によれば、前述の先行技術における模擬加工工具をリンク機構に連結する構成に比べて、構成を簡略化することができ、安価であり、また操作許容範囲を広くすることができ、操作者の動きの自由度が広くなり、さらに作業中、上腕部を浮かせた状態とすることがなく作業を行うことができ、肉体的疲労を軽減することができ、さらにモデル 5 および模擬加工工具 6 を自由に移動することができ、操作性が良好である。すなわち上述の実施の形態では、作業中、上腕部を浮かせた状態とすることがなく、作業時の作業者の負荷を軽減することができる。前述の先行技術では、模擬加工工具がリンク機構に連結されているので、操作者は、手先を拘束されてしまい、その結果、上腕部に過負荷をかけていることになる。本発明の上述の実施の形態によれば、このような先行技術の問題を解決することができ、上述のように作業時の作業者の負荷を軽減することができる。

【0032】センサ S 2 によって、模擬加工工具 6 の位置と姿勢を検出することができるので、この模擬加工工具 6 が細長い形状であるとき、先端部 8、したがってその先端部 8 とモデル 5 との 3 次元の位置を検出することができ、さらに模擬加工工具 6 の軸線が、モデル 5 の接触する部分の位置における姿勢を演算し、またモデル 5 の姿勢をセンサ S 1 で演算することによって、モデル 5 を、模擬加工工具 6 の軸線方向に、凹んで変形し、また

は隆起して変形することができる。

【0033】本発明では、リンク機構を用いなくともよいけれども、リンク機構を用いるようにしてもよい。

【0034】模擬加工工具 6 にはまた、圧力検出手段を構成する力センサ S 3 が取付けられる。この力センサ S 3 によって、先端部 8 が接触した部分 10 における接触の圧力を検出することができる。模擬加工工具にはまた、変形方向設定スイッチ 11 が設けられ、画像 4 の凹んだ方向または隆起する方向のいずれかを設定することができる。

【0035】図 2 は、モデル 5 と表示画面 3 における被加工物の 3 次元立体視画像 4 とを示す斜視図である。モデル 5 の表面上の各位置 12 は、画像 4 で表示される被加工物の位置 13 とが、予め対応して設定される。このような相似型操作対象モデル 5 では、画像 4 の骨格形状が、変形操作の過程を通して、ほぼ不変であり、したがって画像 4 の初期形状に相似な、すなわち類似した形状を有するモデル 5 を予め準備しておく。画像 4 全体を、モデル 5 で模擬することができるので、上述のように画像 4 の任意点 13 は、1 対 1 に対応するモデル 5 の点 12 に対応付けられる。したがって操作者は、直感的に、モデル 5 と疑似加工工具 6 とを用いて、画像 4 の形状変形操作を行うことができる。

【0036】図 3 は、処理装置 1 の電氣的構成を示すブロック図である。マイクロコンピュータなどによって実現される処理回路 14 には、センサ S 1～S 3 および変形方向設定スイッチ 11 からの出力が与えられ、またキーボードなどの入力手段 15 の変形設定スイッチ 19 および選択スイッチ 30 からの出力がそれぞれ与えられる。処理回路 14 は、表示手段 2 に、前述のように被加工物の画像 4 を表示させるとともに、フロッピディスクなどの携帯可能な記録媒体 16 に、読出し／書込み手段 17 に、表示面 3 に表示される被加工物の完成後の画像を出力させ、または被加工物の初期画像を記録した記録媒体 16 のデータを読出して受信することができる。

【0037】図 4 は、図 3 に示される処理回路 14 の動作を説明するためのフローチャートである。ステップ a 1 からステップ a 2 に移り、表示モードを実行する。表示面 3 に表示されたグラフィック空間内の被加工物の画像 4 の 3 次元形状変形操作を、この同一グラフィック空間内の加工工具の画像 18 によって行うために、実空間内におけるセンサ S 1 を取付けた操作対象モデル 5 に対して、センサ S 2 および力センサ S 3 を取付けた模擬加工工具 6 を用いて、操作する。センサ S 1 によって、モデル 5 の位置および姿勢が検出され、表示面 3 に画像 4 が表示される。センサ S 2 によって、模擬加工工具 6 の位置および姿勢が検出され、表示面 3 に画像 18 が表示される。

【0038】モデル 5 と模擬加工工具 6 の先端部 8 との接触状況に応じて発生する圧力は、力センサ S 3 によっ

て検出される。この検出された圧力に対応して、画像4の前記接触した部分の被加工面の形状が変形する。センサS1、S2によって、モデル5および模擬加工工具6の位置および姿勢が上述のように検出されるので、表示面3の画像4、18は、操作者がモデル5および模擬加工工具6を見た状態で表示される。

【0039】このステップa2における表示モードでは、画像4の表面に、希望するテクスチャ画像を貼付けることができる。テクスチャとは、画像4によって表示される被加工物の表面の質感、色彩および模様などの任意な画像を、グラフィック空間内における被加工物の表面に、部分的に、または全体にわたって貼付けて表示することである。これによって被加工物の完成品のイメージを、操作者に容易に理解させることができるようになる。

【0040】ステップa3では、力センサS3の出力によって、模擬加工工具6の先端部8がモデル5に接触する圧力を検出する。その検出した圧力Fが、予め定めるしきい値F1以上であるかどうかを判断する。検出された力Fが、しきい値F1以上であるとき（ $F \geq F1$ ）、

次のステップa4に移り、形状変形モードを実行する。【0041】図5は、力センサS3の動作を説明するための図である。力センサS3は、模擬加工工具6の先端部8がモデル5に接触した圧力に正比例したレベルを有する電気信号を導出する。検出された圧力Fが、しきい値F1未満では（ $F < F1$ ）、ステップa2において表示モードを実行する。検出した力Fが、しきい値F1以上であるとき、前述のようにステップa4において形状変形モードを実行する。このしきい値F1は、入力手段*

$$v = k1 \cdot F + c$$

ここで、k1、cは、定数である。

【0046】変形量は、変形方向設定スイッチ11によって設定された変形方向が、正であって、切削などによって凹んでゆく方向を設定することができ、または変形方向が負であって、肉盛りして隆起してゆく方向を切換えて設定することができる。

【0047】図6のステップb4では、ステップb2で求められた変形位置で、ステップb3で求められた変形量で、画像4を変形して、表示面3に立体視表示する。ステップb2において求められた変形位置の近傍では、変形設定スイッチ19によって、たとえば図8（1）の参照符20で示されるように滑らかな凸曲面を有する形状で変形量を計算して変形表示してもよく、または図8（2）の参照符21で示されるように、鋭利な変形形状で、たとえば円錐台状に、変形量を計算して変形表示してもよい。

【0048】本発明の実施の他の形態では、模擬加工工具6はナイフであり、このナイフによってモデル5を削り取る加工時の画像4の変形を行うようにすることもまた、可能である。

*15によって調整することができ、これによって指の力の強い人および弱い人などの個人差に応じて、模擬加工工具6の操作性を向上して、形状変形モードを実行させることができる。

【0042】図6は、処理回路14によって実行される図4のステップa4に示される形状変形モードの具体的な動作を説明するためのフローチャートである。ステップb1からステップb2に移り、センサS1、S2によってそれぞれ検出したモデル5および模擬加工工具6の位置および姿勢から、グラフィック空間上の画像4の変形位置を計算して求める。図2に関連して前述した相似型操作対象モデル5では、モデル5の形状と画像4で表示される被加工物の形状とは、同一または類似しており、各位置12、13が予め対応付けられている。このようなモデル5と画像4の各位置の対応付けに関する本発明の実施の他の形態は、図10～図13に関連して、さらに後述される。

【0043】ステップb3では、画像4の変形量を計算して求める。力センサS3によって検出される接触する部分の圧力に対応して、変形量の時間変化率が変化する。

【0044】図7は、被加工物の画像4の力センサS3によって検出される接触圧力Fに対応した変形量の時間変化率vを示す図である。圧力Fが、図5に関連して説明したしきい値F1であるとき、変形量の時間変化率v1は比較的小さい値である。圧力Fが大きくなるにつれて、変形量の時間変化率vは、1次関数で変化する。

【0045】

…（1）

【0049】図9は、模擬加工工具6を用いてモデル5を変形加工する状態を説明するための簡略化した斜視図である。模擬加工工具6の先端部8は、モデル5の位置12に接触したとき、その力センサS3によって検出される力に対応した変形量の時間変化率vで、厚みが一定である薄板22が、順次的に削除され、または肉盛りされるように、画像4が変形される。各板22は、凹んでゆく方向では、深いほど面積が小さく、隆起してゆく方向では頂部に近づくにつれて小さい面積とされる。これによって画像4の変形表示を容易に行うことができる。

【0050】図10は、本発明の実施の他の形態のモデル5と表示手段2の表示面3に表示された画像4aとを示す図である。模擬加工工具6を用いて、その先端部8をモデル5の表面上に接触して、画像4aの形状を変形するにあたり、同一モデル5aを用いて、画像4aの骨格形状に至るまで変形させ、かつ画像4aの全体を、モデル5aで表現することができるとき、この写像型操作対象モデル5aを用いる。すなわちモデル5aの形状と画像4aで表示される被加工物の形状とは、形状変形動作の初期においてすでに異なっており、または形状変

形動作の初期においてはほぼ同一または類似していても、形状変形動作を実行することによって、モデル5 aの形状と画像4 aの形状とが異なるに至るとき、このようなモデル5 aが用いられ、モデル5 aと画像4 aとの各形状における位置が予め対応される。モデル5 aは、画像4 aの変形にかかわらず共通に用いられる汎用性を備えたたとえば凸形モデルであってもよく、または凹形モデルであってもよい。

【0051】モデル5 aの表面上の位置2 4、2 5は、画像4 aにおいて位置2 6、2 7は、写像関係にある画像4 aの位置2 6、2 7にそれぞれ1対1に対応付けられて、処理回路1において、予め設定される。これによって画像4 aが形状変形してモデル5 aの形状と大きく異なっている、操作者は、模擬加工工具6を操作し、手応え、反力の操作感覚を発生することができる。

【0052】図11は、図10に示される写像型操作対象モデル5 aを用いるときにおける処理回路1の動作を説明するためのフローチャートである。ステップc1からステップc2に移り、モデル5 aの表面上の点である位置2 4または2 5が、スイッチS2の出力によって検出される。ステップc3では、画像4 a上の位置2 6または2 7を演算し、形状の変形を行う、そのほかの構成と動作は、前述の実施の形態と同様である。

【0053】図12は、本発明の実施の他の形態のモデル5 bと表示手段2の表示面3に表示された画像4 bとを示す図である。この実施の形態では、デザイン対象である被加工物の画像4 bが、モデル5 aに比べて実際には非常に大きいときを想定している。画像4 bで表示される被加工物の表面は、樹目状のたとえば矩形の複数の領域2 9に切り分けて分割される。選択手段3 0は、画像4 bにおける複数の領域のうちの1つの領域2 9を選択する。これによって選択された領域2 9は、モデル5 bの表面に対応する。こうしてグラフィック空間の画像4 b上で選択された単一の領域2 9は、部分型操作対象モデル5 bに対応付けられる。このモデル5 bは、複数の領域2 9に共通に用いられ、この実施の形態では、モデル5 bは板状であり、汎用性を備える。

【0054】図13は、図12に示される部分型操作対象モデル5 bを用いて画像4 bを変形する動作を説明するための処理回路1の動作を示すフローチャートである。ステップd1からステップd2に移り、選択手段3 0によって、画像4 bの複数の分割された領域のうちの1つの領域2 9が選択される。この選択された領域2 9は、モデル5 bに対応する。モデル5 b上の位置3 2は、画像4 bの1つの選択された領域2 9における点である位置3 3に1対1で対応付けられる。

【0055】次のステップd3では、模擬加工工具6を用いてモデル5 bの表面に接触することによって、モデル5 bの位置3 2を検出し、次のステップd4では、選択された領域2 9の位置3 3の形状を変形することがで

きる。こうして画像4 bの領域2 9における位置3 3を演算して求め、形状の変形動作を行う。ステップd4では一連の動作を終了する。

【0056】図12および図13に示される本発明の実施の形態では、画像4 bの領域2 9の分割する切分けた精度によって、微細領域から大領域にわたって、共通のモデル5 bを用いて、画像4 bの形状の変形を行うことが可能になる。そのほかの構成と動作は、前述の実施の形態と同様である。

【0057】こうして得られたメモリにストアされている物体の加工後の3次元形状データを用いて、たとえばNC（数値制御）加工装置を動作させて、希望する実際の形状を有する模型などの完成品の物体を製作することができる。加工後の3次元データは、記録媒体16にストアされる。

【0058】本発明の実施の他の形態では、モデル5、5 a、5 bの位置と姿勢を検出するため、および模擬加工工具6の位置と姿勢を検出するために、前述のセンサS1、S2と発振器7との組合せを用いる構成だけでなく、そのほかの構成を用いるようにしてもよい。力センサS3は、たとえば歪ゲージなどによって実現されてもよい。

【0059】本発明によれば、画像データ補正手段によって変形して得られた被加工物の完成品の3次元立体画像データを、たとえばフロッピディスクなどの携帯形のメモリに転送してストアし、このメモリを、たとえばNC（数値制御）機械装置に装着して、完成品を自動的に製造することができる。

【0060】本発明ではさらに、この2次元表示面に表示されたグラフィック画像の3次元被加工物に、テクスチャを貼付ける操作を行い、すなわち被加工物の表面の希望する領域で色、模様などを貼付けることができる。これによって完成品の完成イメージを容易に実現することができ、商品の造形設計がさらに容易になる。

【0061】

【発明の効果】請求項1の本発明によれば、2次元表示面に、3次元被加工物の立体視画像を表示し、操作者は、模擬加工工具をモデルに接触し、これによって画像の被加工物を変形し、その接触の圧力に対応した変形量の時間変化率で画像を変形することができるので、グラフィック空間内に表示された3次元被加工物に対して、対話的に形状デザインを行うバーチャルデザインが可能になり、しかも実世界での加工操作に近い手応えを操作者に提供することができ、高い現実感を達成することができる。しかも本発明によれば、モデルは、固定位置に設けられていてもよいけれども、操作者が把持して変位してもよく、これによって形状デザインがさらに容易になる。

【0062】このようにして3次元被加工物の画像の変形操作において、操作作用のモデルと、模擬加工工具とを

用いることによって、前述のように高い現実感を伴いつつ、精度の高い形状変形操作が、比較的簡単な構成で安価に実現される。したがって従来から、粘土モデルおよび木製モデルを用いて形状デザインを行っていた分野において、本発明の3次元形状デザインの展開が可能になる。

【0063】請求項2の本発明によれば、操作者がモデルを把持し、そのモデルの位置と姿勢を検出することによって、操作者から見た被加工物の立体視の形状を、表示面に画像で表示することができ、したがって操作者に高い現実感を与えることができる。

【0064】請求項3の本発明によれば、モデルの表面上の位置と、被加工物の位置とを、予め対応しておくことによって、モデルと被加工物とが同一であるとき、類似しているとき、および異なっているときのいずれであっても、モデルの表面上に模擬加工工具を接触させて、被加工物の画像を変形することができ、実世界での加工操作にできるだけ近似した操作を行うことができるようになる。

【0065】請求項4の本発明によれば、モデルは被加工物の形状に類似した形状を有し、また請求項5の本発明によれば、モデルは被加工物の形状とは異なった形状を有しており、いずれのときであっても、モデルの表面上に模擬加工工具を接触し、できるだけ実世界での加工操作に近似した手応えを操作者に与えることができるようになる。

【0066】請求項6の本発明によれば、被加工物がモデルに比べて大きいとき、その被加工物の表面を複数の領域に分割して、選択的にモデルに対応させ、モデルの表面上の位置と、選択された領域内の位置とを対応してモデルの表面上に模擬加工工具を接触し、被加工物の画像の対応する位置を変形することができ、こうして大きい形状を有する被加工物を、高精度で変形することができるようになり、またこのような構成において、実世界での加工操作に近い手応えを操作者に与えることができる。

【0067】請求項7の本発明によれば、第1検出手段によって、操作者が把持したモデルの位置および姿勢を検出し、被加工物の形状を、操作者から見た立体視画像と表示することができ、さらに第2検出手段によって、模擬加工工具がモデルに接触した位置を検出し、さらにその接触圧力を圧力検出手段によって検出することによって、前記接触した部分を、圧力に対応した変形量の時間変化率で、変形することができ、これによって高い現実感を伴い、かつ精度の高い形状変形操作を行うことができるようになる。またこのような操作はきわめて簡単である。操作者には、現実に近い手応えおよび反力の操作感覚を与えることが可能である。またこのような構成は簡単であるので故障が少なくなり、低価格で実現することができる。

【0068】さらに本発明によれば、微細加工から大まかな加工にわたって本発明を実施することができる。さらに従来から粘土モデルおよび木製モデルを用いて形状デザインを行っていた技術分野およびそのほかの3次元被加工物の形状変形操作のために、本発明を広範囲に実施することができる。

【0069】請求項8の本発明によれば、模擬加工工具の姿勢を第2検出手段によって検出し、模擬加工工具をモデルに接触したときにおける姿勢に対応して、被加工物の変形方向を設定することができ、これによってさらに高い現実感を伴って、被加工物の画像の変形操作を行うことができる。

【0070】請求項9の本発明によれば、被加工物の画像を凹ませてゆくことができ、または隆起してゆくことができ、これによって各種の形状デザインを容易に行うことができるという優れた効果が達成される。

【0071】請求項10の本発明によれば、前述の請求項3と同様に、モデルの形状と被加工物の形状とが同一であるとき、類似しているとき、および異なっているときのいずれにおいても、できるだけ高い実世界での加工操作に近い手応え、反力を操作者に提供することができるようになる。

【0072】請求項11の本発明によれば、前述の請求項6と同様に、被加工物がモデルに比べて大きいときであっても、できるだけ高い現実感を伴いつつ、精度の高い形状変形操作が可能になり、大きな被加工物であっても、微細加工を容易に施すことが可能になる。

【0073】請求項12の本発明によれば、被加工物の画像の少なくとも一部分の領域に、テクスチャを選択的に貼付けることができるので、テクスチャ貼付けによる被加工物の完成品のイメージを理解することがきわめて容易になり、模擬加工工具による被加工物の変形作業を、現実感を伴って、容易に行うことができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態の全体の構成を示す斜視図である。

【図2】モデル5と表示画面3における被加工物の3次元立体視画像4とを示す斜視図である。

【図3】処理装置1の電氣的構成を示すブロック図である。

【図4】図3に示される処理回路14の動作を説明するためのフローチャートである。

【図5】力センサS3の動作を説明するための図である。

【図6】処理回路14によって実行される図4のステップa4に示される形状変形モードの具体的な動作を説明するためのフローチャートである。

【図7】被加工物の画像4の力センサS3によって検出される接触圧力Fに対応した変形量の時間変化率Vを示

す図である。

【図8】変形設定スイッチ19によって設定することができる変形位置における形状を示す簡略化した斜視図である。

【図9】模擬加工工具6を用いてモデル5を変形加工する状態を説明するための簡略化した斜視図である。

【図10】本発明の実施の他の形態のモデル5aと表示手段2の表示面3に表示された画像4aとを示す図である。

【図11】図10に示される写像型操作対象モデル5aを用いるときにおける処理回路1の動作を説明するためのフローチャートである。

【図12】本発明の実施の他の形態のモデル5bと表示手段2の表示面3に表示された画像4bとを示す図である。

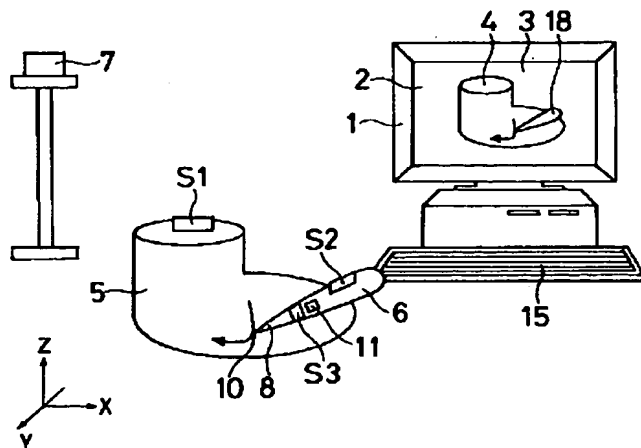
【図13】図12に示される部分型操作対象モデル5bを用いて画像4bを変形する動作を説明するための処*

* 理回路1の動作を示すフローチャートである。

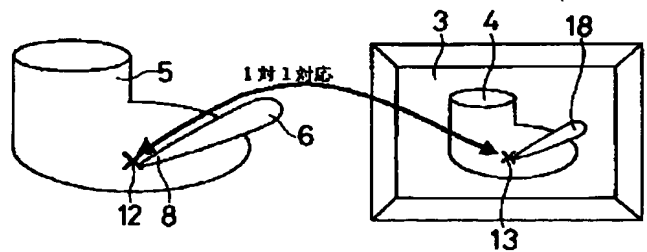
【符号の説明】

- 1 処理装置
- 2 表示手段
- 3 2次元表示面
- 4, 4a, 4b 画像
- 5, 5a, 5b モデル
- 6 模擬加工工具
- 8 先端部
- 11 変形方向設定スイッチ
- 14 処理回路
- 15 入力手段
- 16 記録媒体
- 17 読出し／書込み手段
- 29 領域
- S1, S2 センサ
- S3 カセンサ

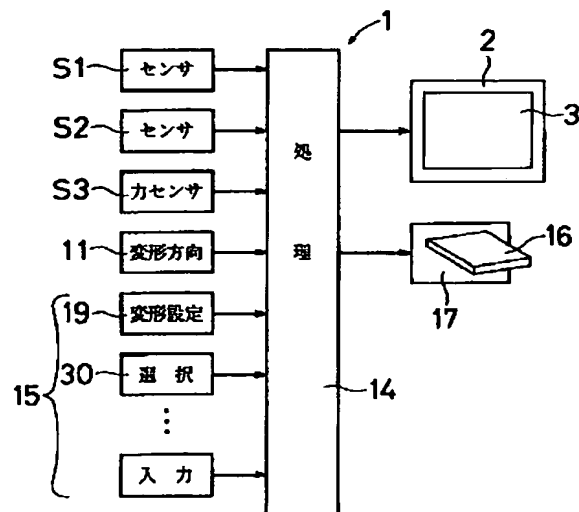
【図1】



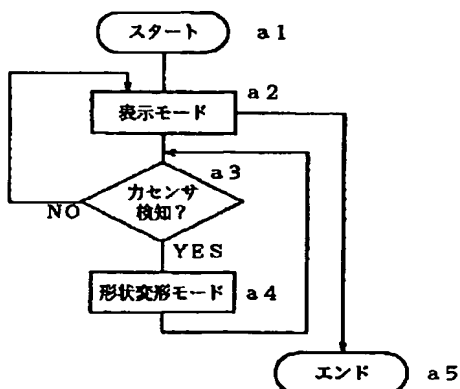
【図2】



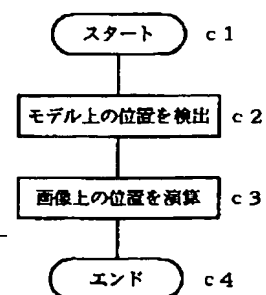
【図3】



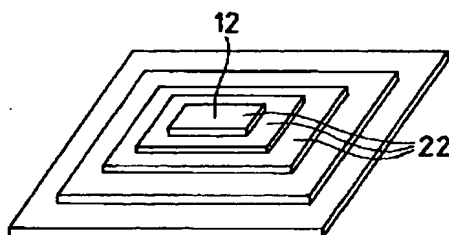
【図4】



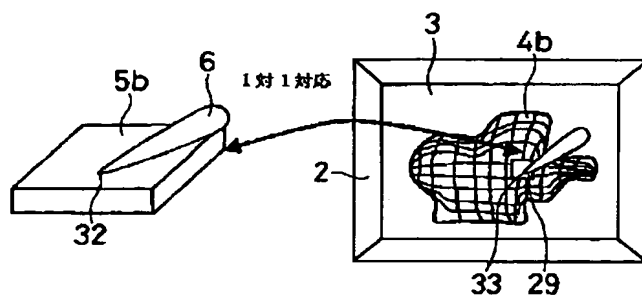
【図 1 1】



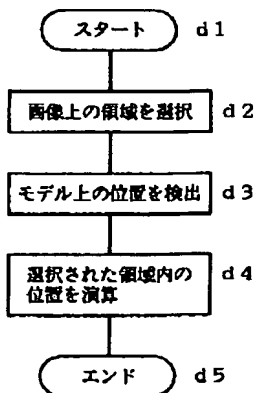
【図 9】



【図 12】



【图 1 3】



【手続補正書】

【提出日】平成11年11月1日(1999. 11. 1)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 操作者が、その操作者の一方の手でモデル5を把持し、他方の手で細長い模擬加工工具6を把持し、

モデル5に第1センサS1が固定され、第1センサS1によって、実空間の座標系におけるモデル5の位置および姿勢を検出し、

模擬加工工具6には、第2センサS2が固定され、第2センサS2によって実空間の前記座標系における模擬加工工具6および先端部8の位置および姿勢を検出し、

模擬加工工具6の先端部8と、被加工物のモデル5とを、接触し、

模擬加工工具6には、先端部8のモデル5への接触圧力Fを検出する第3センサS3が取付けられ、

表示手段2の2次元表示面3に、第1センサS1によって検出されたモデル5の位置および姿勢に基づき、操作者から見たモデル5に対応する3次元被加工物の立体視画像4を表示し、

第2センサS2によって検出された模擬加工工具6の位置および姿勢に基づき、操作者から見た模擬加工工具6の画像18を、前記2次元表示面3に表示し、さらに第2センサS2の出力に基づき、模擬加工工具6の先端部8の位置および姿勢を検出し、

第3センサS3によって検出される圧力Fが予め定めるしきい値F1以上であるとき、先端部8の前記検出された位置および姿勢に基づき、模擬加工工具6の先端部8が接触したモデル5の位置近傍に対応する被加工物の前記立体視画像4の部分を、第3センサS3によって検出される圧力Fが予め定めるしきい値F1以上である時間の経過に伴って、変形してゆき、

この変形量の時間変化率は、前記圧力Fに対応することを特徴とする模擬加工方法。

【請求項2】 モデルの形状と画像で表示される被加工物の形状とは、類似していることを特徴とする請求項1記載の模擬加工方法。

【請求項3】 モデルの形状と表示面3に表示される被加工物前記立体視画像の形状とが異なっていることを特徴とする請求項1記載の模擬加工方法。

【請求項4】 表示面3に画像で表示される被加工物前記立体視画像の表面を複数の領域に分割し、各領域毎に選択的に、共通のモデルを対応させ、

モデルの表面上の位置と、選択された領域内の位置とを、予め対応しておき、

モデルの表面上の位置に対応する画像の領域の位置を変形することを特徴とする請求項1記載の模擬加工方法。

【請求項5】 模擬加工されるべき被加工物の外形の3次元データをストアするメモリと、操作者が、その操作者の一方の手で把持する被加工物のモデル5に固定され、実空間の座標系におけるモデル5の位置および姿勢を検出する第1センサS1と、操作者が、その操作者の他方の手で把持する細長い模擬加工工具6に固定され、実空間の前記座標系における模擬加工工具6およびその模擬加工工具6の先端部8の位置および姿勢を検出する第2センサS2と、模擬加工工具6の先端部8のモデル5への接触圧力Fを検出する第3センサS3と、

2次元表示面3を有し、第1および第2センサS1、S2の出力に応答し、第1センサS1によって検出されたモデル5の位置および姿勢に基づき、操作者から見たモデル5に対応する3次元被加工物の立体視画像4を表示し、第2センサS2によって検出された模擬加工工具6の位置および姿勢に基づき、操作者から見た模擬加工工具6の画像18を、前記2次元表示面3に表示する表示手段2と、

第3センサS3の出力に応答し、第3センサS3によって検出される圧力Fが、予め定めるしきい値F1以上であるかどうかを判断する判断手段と、

第2および第3センサS2、S3と判断手段との出力に応答し、検出される圧力Fが前記しきい値F1以上であるとき、先端部8の前記検出された位置および姿勢に基づき、模擬加工工具6の先端部8が接触したモデル5の位置近傍に対応する被加工物の表示手段によって表示される立体視画像4の部分を、第3センサS3によって検出される圧力Fが予め定めるしきい値F1以上である時間の経過に伴って、変形してゆき、この変形量の時間変化率は前記圧力Fに対応する画像データ補正手段とを含むことを特徴とする模擬加工装置。

【請求項6】 凹んでゆく方向または隆起してゆく方向のいずれかの変形方向を設定する変形方向設定手段をさらに含み、

画像データ補正手段は、変形方向設定手段の出力に応答して、前記接触した部分のメモリにストアされているデータを、画像が凹んでゆくように、または隆起してゆくように、補正することを特徴とする請求項5記載の模擬加工装置。

【請求項7】 画像データ補正手段は、画像で表示される被加工物の表面を、複数の領域に分割し、各領域毎に選択的に、モデルを対応させ、モデルの表面上の位置と、選択された領域内の位置とを、予め対応し

ておき、モデルの表面上の位置に対応する画像の領域の位置を変形することを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の模擬加工装置。

【請求項 8】 画像データ補正手段は、表示手段によって表示される被加工物の画像の少なくとも一部分の領域に、テクスチャを選択的に貼付けることを特徴とする請求項 5～7 のうちの 1 つに記載の模擬加工装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、操作者が、その操作者の一方の手でモデル 5 を把持し、他方の手で細長い模擬加工工具 6 を把持し、モデル 5 に第 1 センサ S1 が固定され、第 1 センサ S1 によって、実空間の座標系におけるモデル 5 の位置および姿勢を検出し、模擬加工工具 6 には、第 2 センサ S2 が固定され、第 2 センサ S2 によって実空間の前記座標系における模擬加工工具 6 および先端部 8 の位置および姿勢を検出し、模擬加工工具 6 の先端部 8 と、被加工物のモデル 5 とを、接触し、模擬加工工具 6 には、先端部 8 のモデル 5 への接触圧力 F を検出する第 3 センサ S3 が取付けられ、表示手段 2 の 2 次元表示面 3 に、第 1 センサ S1 によって検出されたモデル 5 の位置および姿勢に基づき、操作者から見たモデル 5 に対応する 3 次元被加工物の立体視画像 4 を表示し、第 2 センサ S2 によって検出された模擬加工工具 6 の位置および姿勢に基づき、操作者から見た模擬加工工具 6 の画像 18 を、前記 2 次元表示面 3 に表示し、さらに第 2 センサ S2 の出力に基づき、模擬加工工具 6 の先端部 8 の位置および姿勢を検出し、第 3 センサ S3 によって検出される圧力 F が予め定めるしきい値 F1 以上であるとき、先端部 8 の前記検出された位置および姿勢に基づき、模擬加工工具 6 の先端部 8 が接触したモデル 5 の位置近傍に対応する被加工物の前記立体視画像 4 の部分を、第 3 センサ S3 によって検出される圧力 F が予め定めるしきい値 F1 以上である時間の経過に伴って、変形してゆき、この変形量の時間変化率は、前記圧力 F に対応することを特徴とする模擬加工方法である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】本発明に従えば、液晶または陰極線管などの 2 次元表示面に、3 次元被加工物体の立体視画像を表示し、操作者は、一方の手で、操作用模擬物体であるモデルを把持し、他方の手で細長い模擬加工工具を把持し

模擬加工工具の先端部 8 とモデルとを接触する。操作者がモデルと模擬加工工具とを上述のように把持して相対的に移動する。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】モデルと模擬加工工具との実空間での位置および姿勢を、第 1 および第 2 センサ S1, S2 によってそれぞれ検出し、これによって表示手段の表示面に表示される画像の接触した部分を変形するように補正して、表示する。模擬加工工具のモデルへの接触の圧力もまた、第 3 センサ S3 によって検出され、この検出された圧力に対応して、前記接触した部分の変形量の時間変化率が設定される。操作者が模擬加工工具をモデルに比較的大きな圧力で接触したとき、変形量の時間変化率が大きく設定され、短時間で大きな変形量が得られる。これとは逆に、接触の圧力が小さいとき、変形量の時間変化率は小さく、画像の前記接触した部分の変形が、ゆっくりと行われる。模擬加工工具は、たとえば回転砥石またはドリルを備える構成を模擬した外形が鉛筆状に形成されたものであってもよい。この加工というのは切削、変形、付加などを全て含む。こうして立体視されている画像の模擬加工工具が接触した部分を、実際と同じように変形して、その加工工具の画像に補正して、表示が行われる。操作者には、実世界での加工操作に近い手応えの操作感覚を与え、高い現実感を達成することができる。変形量とは、深さ、高さまたは体積であってもよい。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】削除

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】削除

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】削除

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】また本発明は、表示面 3 に画像で表示される被加工物前記立体視画像の表面を複数の領域に分割し、各領域毎に選択的に、共通のモデルを対応させ、モデルの表面上の位置と、選択された領域内の位置とを、

予め対応しておき、モデルの表面上の位置に対応する画像の領域の位置を変形することを特徴とする。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】また本発明は、模擬加工されるべき被加工物の外形の3次元データをストアするメモリと、操作者が、その操作者の一方の手で把持する被加工物のモデル5に固定され、実空間の座標系におけるモデル5の位置および姿勢を検出する第1センサS1と、操作者が、その操作者の他方の手で把持する細長い模擬加工工具6に固定され、実空間の前記座標系における模擬加工工具6およびその模擬加工工具6の先端部8の位置および姿勢を検出する第2センサS2と、模擬加工工具6の先端部8のモデル5への接触圧力Fを検出する第3センサS3と、2次元表示面3を有し、第1および第2センサS1、S2の出力にตอบสนองし、第1センサS1によって検出されたモデル5の位置および姿勢に基づき、操作者から見たモデル5に対応する3次元被加工物の立体視画像4を表示し、第2センサS2によって検出された模擬加工工具6の位置および姿勢に基づき、操作者から見た模擬加工工具6の画像18を、前記2次元表示面3に表示する表示手段2と、第3センサS3の出力にตอบสนองし、第3センサS3によって検出される圧力Fが、予め定めるしきい値F1以上であるかどうかを判断する判断手段と、第2および第3センサS2、S3と判断手段との出力にตอบสนองし、検出される圧力Fが前記しきい値F1以上であるとき、先端部8の前記検出された位置および姿勢に基づき、模擬加工工具6の先端部8が接触したモデル5の位置近傍に対応する被加工物の表示手段によって表示される立体視画像4の部分を、第3センサS3によって検出される圧力Fが予め定めるしきい値F1以上である時間の経過に伴って、変形してゆき、この変形量の時間変化率は前記圧力Fに対応する画像データ補正手段とを含むことを特徴とする模擬加工装置である。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正内容】

【0018】本発明に従えば、第1センサS1によって操作者が把持したモデルの位置とそのモデルの姿勢とを検出し、これによって表示手段では、2次元表示面に、操作者側から見た被加工物の形状の立体視画像を表示する。第2センサS2によって、操作者が把持した模擬加工工具のモデルに接触した位置および姿勢を検出し、さらにその接触圧力を第3センサS3によって検出し、こうして被加工物の画像の前記接触した部分を、変形す

る。その変形量の時間変化率は、圧力に対応して定められ、画像データを補正する。こうしてモデルを操作者が把持してそのモデルの位置および姿勢を変化しつつ、模擬加工工具で被加工物の画像を変形することができる。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】削除

【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】本発明に従えば、第2センサS2は、模擬加工工具のモデルに接触した位置を検出するだけでなく、その模擬加工工具の姿勢をも検出し、その模擬加工工具が、たとえば回転砥石またはドリルなどのような細長いたとえば鉛筆状の構成を有するとき、模擬加工工具の姿勢に対応して、被加工物の画像の変形する方向を、定めることができるようになる。これによってさらに、実世界での加工操作に近似した高い現実感を達成することができる。

【手続補正 13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】削除

【手続補正 14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】削除

【手続補正 15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正内容】

【0026】本発明に従えば、請求項4に関連して述べたように、被加工物が大きいとき、その被加工物の表面を複数の領域に分割し、その分割された各領域毎に、モデルに選択的に対応し、モデルの表面上の位置と、選択された領域内の位置とを対応して画像の変形を行うことができる。これによって被加工物を、高精度で変形することができるようになる。

【手続補正 16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】削除

【手続補正 17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正内容】

【0041】図5は、力センサS3の動作を説明するための図である。力センサS3は、模擬加工工具6の先端部8がモデル5に接触した圧力に正比例したレベルを有する電気信号を導出する。検出された圧力Fが、しきい値F1未満では($F < F1$)、ステップa2において表示モードを実行する。検出した力Fが、しきい値F1以上であるとき、前述のようにステップa4において形状変形モードを実行する。力センサS3によって検出される圧力Fが前記しきい値F1以上であるとき、先端部8の検出された位置および姿勢に基づき、模擬加工工具6の先端部8が接触したモデル5の位置近傍に対応する非加工物の立体視画像4の部分、その力センサS3によって検出される圧力Fがしきい値F1以上である時間の経過に伴って、後述のように変形してゆく。このしきい値F1は、入力手段15によって調整することができ、これによって指の力の強い人および弱い人などの個人差に応じて、模擬加工工具6の操作性を向上して、形状変形モードを実行させることができる。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正内容】

【0050】図10は、本発明の実施の他の形態のモデル5と表示手段2の表示面3に表示された画像4aとを示す図である。模擬加工工具6を用いて、その先端部8をモデル5の表面上に接触して、画像4aの形状を変形するにあたり、同一モデル5aを用いて、画像4aの骨格形状に至るまで変形させ、かつ画像4aの全体を、モデル5aで表現することができるとき、この操作対象モデル5aを用いる。すなわちモデル5aの形状と画像4aで表示される被加工物の形状とは、形状変形動作の初期においてすでに異なっており、または形状変形動作の初期においてはほぼ同一または類似していても、形状変形動作を実行することによって、モデル5aの形状と画像4aの形状とが異なるに至るとき、このようなモデル5aが用いられ、モデル5aと画像4aとの各形状における位置が予め対応される。モデル5aは、画像4aの変形にかかわらず共通に用いられる汎用性を備えたたとえば凸形モデルであってもよく、または凹形モデルであってもよい。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正内容】

【0051】モデル5aの表面上の位置24、25は、画像4aの位置26、27にそれぞれ1対1に対応付けられて、処理回路1において、予め設定される。これに

よって画像4aが形状変形してモデル5aの形状と大きく異なっている、操作者は、模擬加工工具6を操作し、手応え、反力の操作感覚を発生することができる。本発明では、実空間のモデル5と表示面3上の立体視画像4との各対応点の位置について、数学的に厳密な対応関係を必要としない。本発明では操作者は、画面に表示されるモデル4および模擬加工工具18の位置関係を見ながら、手で掴んでいるモデル5および模擬加工工具6を相対移動させ、ほぼ対応する位置で模擬加工工具6をモデル5に押付けることによって加工操作を実行する。このとき、モデル5を回転させれば、センサS1によって姿勢変化が検出され、画面上の立体視画像4も対応して回転する。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0052

【補正方法】変更

【補正内容】

【0052】図11は、図10に示される操作対象モデル5aを用いるときにおける処理回路1の動作を説明するためのフローチャートである。ステップc1からステップc2に移り、モデル5aの表面上の点である位置24または25が、スイッチS2の出力によって検出される。ステップc3では、画像4a上の位置26または27を演算し、形状の変形を行う。そのほかの構成と動作は、前述の実施の形態と同様である。

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

【補正方法】変更

【補正内容】

【0063】操作者がモデルを把持し、そのモデルの位置と姿勢を検出することによって、操作者から見た被加工物の立体視の形状を、表示面に画像で表示することができ、したがって操作者に高い現実感を与えることができる。

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0064

【補正方法】削除

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0065

【補正方法】変更

【補正内容】

【0065】請求項2の本発明によれば、モデルは被加工物の形状に類似した形状を有し、また請求項3の本発明によれば、モデルは被加工物の形状とは異なった形状を有しており、いずれのときであっても、モデルの表面上に模擬加工工具を接触し、できるだけ実世界での加工

操作に近似した手応えを操作者に与えることができるようになる。

【手続補正 24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0066

【補正方法】変更

【補正内容】

【0066】請求項4の本発明によれば、被加工物がモデルに比べて大きいとき、その被加工物の表面を複数の領域に分割して、選択的にモデルに対応させ、モデルの表面上の位置と、選択された領域内の位置とを対応してモデルの表面上に模擬加工工具を接触し、被加工物の画像の対応する位置を変形することができ、こうして大きい形状を有する被加工物を、高精度で変形することができるようになり、またこのような構成において、実世界での加工操作に近い手応えを操作者に与えることができる。

【手続補正 25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0067

【補正方法】変更

【補正内容】

【0067】請求項5の本発明によれば、第1センサS1によって、操作者が把持したモデルの位置および姿勢を検出し、被加工物の形状を、操作者から見た立体視画像と表示することができ、さらに第2センサS2によって、模擬加工工具がモデルに接触した位置を検出し、さらにその接触圧力を第3センサS3によって検出することによって、前記接触した部分を、圧力に対応した変形量の時間変化率で、変形することができ、これによって高い現実感を伴い、かつ精度の高い形状変形操作を行うことができるようになる。またこのような操作はきわめて簡単である。操作者には、現実に近い手応えおよび反力の操作感覚を与えることが可能である。またこのような構成は簡単であるので故障が少なくなり、低価格で実現することができる。

【手続補正 26】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正内容】

【0069】模擬加工工具の姿勢を第2センサS2によって検出し、模擬加工工具をモデルに接触したときにおける姿勢に対応して、被加工物の変形方向を設定することができ、これによってさらに高い現実感を伴って、被加工物の画像の変形操作を行うことができる。

【手続補正 27】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0070

【補正方法】変更

【補正内容】

【0070】請求項6の本発明によれば、被加工物の画像を凹ませてゆくことができ、または隆起してゆくことができ、これによって各種の形状デザインを容易に行うことができるという優れた効果が達成される。

【手続補正 28】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】削除

【手続補正 29】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0072

【補正方法】変更

【補正内容】

【0072】請求項7の本発明によれば、前述の請求項4と同様に、被加工物がモデルに比べて大きいときであっても、できるだけ高い現実感を伴いつつ、精度の高い形状変形操作が可能になり、大きな被加工物であっても、微細加工を容易に施すことが可能になる。

【手続補正 30】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0073

【補正方法】変更

【補正内容】

【0073】請求項8の本発明によれば、被加工物の画像の少なくとも一部分の領域に、テクスチャを選択的に貼付けることができるので、テクスチャ貼付けによる被加工物の完成品のイメージを理解することがきわめて容易になり、模擬加工工具による被加工物の変形作業を、現実感を伴って、容易に行うことができるようになる。

フロントページの続き

(72)発明者 宮本 裕一
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

(72)発明者 永松 宣雄
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

(72)発明者 武富 壮行
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

(72)発明者 松井 健一郎
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

(72)発明者 澤井 恒義
兵庫県明石市川崎町 1 番 1 号 川崎重工業
株式会社明石工場内

F ターム(参考) 5B046 FA04 GA01 HA01 JA07
5B050 BA06 CA07 EA13 FA02 FA09

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-194736

(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl.

G06F 17/50
G06T 17/40
G09B 9/00
// G09B 11/10

(21)Application number : 10-371575

(71)Applicant : KAWASAKI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 25.12.1998

(72)Inventor : KUROSAKI YASUMITSU

WADA TAKAO

MIYAMOTO YUICHI

NAGAMATSU YOSHIO

TAKETOMI SOKO

MATSUI KENICHIRO

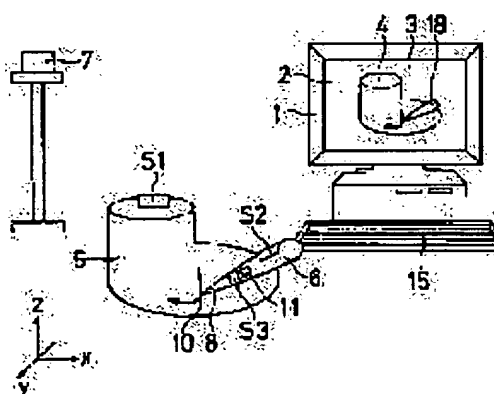
SAWAI TSUNEYOSHI

(54) METHOD AND DEVICE FOR SIMULATION WORK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve high reality by applying a touch close to the working operation of real world and stress to an operator at the time of operating a simulation working machine tool by deforming the image of a three- dimensional(3D) object to be worked displayed on a 2D display screen with this simulation working machine tool.

SOLUTION: The operator holds a model 5 in one hand, holds a simulation working machine tool 6 in the other hand, detects the position and attitude of the model 5 through a sensor S1 detects the position and attitude of the simulation working machine tool 6 through a sensor S2 and further detects the pressure contacted to the model by the simulation working machine tool 6 through a force sensor S3. The touched part of an image 4 displayed on a display screen 3 is deformed. The time change rate of a deformation quantity corresponds to the pressure.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3024968

[Date of registration] 21.01.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] While detecting the location on the model with which the image of a three-dimension workpiece was displayed, the model was contacted in the simulation processing tool which the operator grasped, and the simulation processing tool contacted the two-dimensional screen. It is the simulation processing approach characterized by detecting the pressure of that contact, deforming said part of the image displayed on the screen which contacted, and for the time amount rate of change of this deformation being equivalent to said pressure, and displaying the image after deformation on the screen.

[Claim 2] The simulation processing approach according to claim 1 characterized by expressing the configuration of the workpiece corresponding to the front face of the model which detected the posture of the model which the operator grasped and was seen from the operator as an image to the screen.

[Claim 3] The simulation processing approach according to claim 1 or 2 characterized by corresponding beforehand the location on the front face of a model, and the location of the workpiece displayed by the image, and transforming an image in the location of the image corresponding to the location on the front face of a model.

[Claim 4] The configuration of the workpiece displayed by the configuration and image of a model is the simulation processing approach according to claim 3 characterized by being similar.

[Claim 5] The simulation processing approach according to claim 3 characterized by the configurations of the workpiece displayed by the configuration and image of a model differing.

[Claim 6] The simulation processing approach according to claim 3 characterized by dividing into two or more fields the front face of the workpiece displayed by the image, making a model correspond alternatively, corresponding beforehand the location on the front face of a model, and the location in the selected field for every field, and deforming the location of the field of the image corresponding to the location on the front face of a model.

[Claim 7] The memory which stores the three-dimension data of the appearance of the workpiece by which simulation processing should be carried out, A 1st detection means to detect the location and posture of a model which the operator grasped, A display means to display the configuration of the workpiece corresponding to the front face of the model which looked at the data which answer the output of the 1st detection means, have the two-dimensional screen, and were stored in memory from read-out and an operator on the screen by the image, A simulation processing tool and a 2nd detection means to detect the location in contact with the model of a simulation processing tool, So that the output of a pressure detection means to detect the pressure when contacting a model in a simulation processing tool, and the 2nd detection means and a pressure detection means may be answered, and said part of an image which contacted may be deformed and the time amount rate of change of this deformation may be equivalent to a pressure Simulation processing equipment characterized by including an image data correction means to amend the data currently stored in memory.

[Claim 8] It is simulation processing equipment according to claim 7 which the 2nd detection means detects the posture of a simulation processing tool further again, and is characterized by an image data

correction means performing image deformation of said part which contacted in the deformation direction corresponding to the posture of the detected simulation processing tool.

[Claim 9] An image data-correction means is simulation processing equipment according to claim 7 or 8 characterized by to amend the data which answer the output of the deformation direction setting means and are stored in the memory of said part which contacted so that an image may be deformed and it may die, or so that it may upheave, including further a means dent and set up the deformation direction of either the direction which dies, or the upheaving direction.

[Claim 10] An image data correction means is simulation processing equipment of one publication among claims 7-9 characterized by transforming an image in the location of the image corresponding to the location on the front face of the model when corresponding beforehand the location on the front face of a model, and the location of the workpiece displayed by the image, and contacting a model and a simulation processing tool.

[Claim 11] An image data correction means divides into two or more fields the front face of the workpiece displayed by the image, and makes a model correspond alternatively for every field. The location on the front face of a model, Simulation processing equipment of one publication among claims 7-10 characterized by corresponding the location in the selected field beforehand and deforming the location of the field of the image corresponding to the location on the front face of a model.

[Claim 12] An image data correction means is simulation processing equipment of one publication among claims 7-11 characterized by sticking a texture on some [at least] fields of the image of the workpiece displayed by the display means alternatively.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] With the application of the so-called computer graphics (abbreviated name CG) technique, an operator molds this invention on a workpiece object using a simulation processing tool, and it relates to the simulation processing approach and equipment which can be displayed on real time in three dimension in the form of which it complains to vision and which perform the so-called virtual molding.

[0002]

[Description of the Prior Art] The virtual design system which performs a configuration design interactively is realized to the body which displayed the stereoscopic vision image of a three-dimension workpiece on the two-dimensional screen, and was displayed on it in the graphic space on such imagination. In deformation actuation of the configuration of the body displayed on the screen, it has been required that an operator can be provided with the response near processing actuation in the real world. In the typical advanced technology, since the actuation feeling of a response is generated, the link mechanism which has a complicated configuration is used. A link mechanism is connected with the simulation processing tool which an operator grasps, and actuation feeling is generated in it. The model which is the simulation body of a workpiece in this advanced technology is fixed, and a sense of reality is scarce. As advanced technology, JP,10-20914,A by JP,2-227777,A and this applicant etc. is mentioned, for example.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is offering the simulation processing approach and equipment which generate and give the actuation feeling of a response to the simulation processing tool which the operator's grasped, and enabled it to give a high sense of reality moreover.

[0004]

[Means for Solving the Problem] While this invention detects the location on the model with which the image of a three-dimension workpiece was displayed, the model was contacted in the simulation processing tool which the operator grasped, and the simulation processing tool contacted the two-dimensional screen. It is the simulation processing approach characterized by detecting the pressure of that contact, deforming said part of the image displayed on the screen which contacted, and for the time amount rate of change of this deformation being equivalent to said pressure, and displaying the image after deformation on the screen.

[0005] If this invention is followed, the stereoscopic vision image of a three-dimension workpiece object is displayed on the two-dimensional screens, such as liquid crystal or a cathode-ray tube, and an operator will grasp a simulation processing tool and will contact the model which is a simulation body for actuation in a simulation processing tool. Although the model may be prepared in the fixed position, an operator grasps and you may make it move.

[0006] By detecting the location where the simulation processing tool on a model contacted, it amends

so that the part which the image displayed on the screen contacted may be deformed, and it displays. The pressure of the contact to the model of a simulation processing tool is also detected, and the time amount rate of change of the deformation of said part which contacted is set up corresponding to this detected pressure. When an operator contacts a model by the comparatively big pressure in a simulation processing tool, the time amount rate of change of deformation is set up greatly, and big deformation is obtained for a short time. With this, conversely, when the pressure of contact is small, the time amount rate of change of deformation is small, and deformation of said part of an image which contacted is performed slowly. The appearance which simulated the configuration which a simulation processing tool equips with for example, a rotation grinding stone or a drill may be formed in the shape of a pencil. This processing contains all of cutting, deformation, addition, etc. In this way, the part which the simulation processing tool of the image by which stereoscopic vision is carried out contacted is similarly deformed with it being actual, is amended in the image of the processing implement, and a display is performed. The actuation feeling of the response near processing actuation in the real world can be given to an operator, and a high sense of reality can be attained. Deformation may be the depth, height, or the volume.

[0007] Moreover, this invention detects the posture of the model which the operator grasped, and is characterized by expressing the configuration of the workpiece corresponding to the front face of the model seen from the operator as an image to the screen.

[0008] If this invention is followed, an operator will grasp a model and will detect the posture of the model. In this way, by detecting the location and posture of a model, the configuration of the workpiece object corresponding to the front face of the model seen from the operator can be expressed to the screen as a stereoscopic vision image. Therefore, operability improves further. An operator can grasp a simulation processing tool by one hand, can grasp a model by the hand of another side, and can perform virtual molding, therefore can attain a high sense of reality.

[0009] Moreover, this invention corresponds beforehand the location on the front face of a model, and the location of the workpiece displayed by the image, and is characterized by transforming an image in the location of the image corresponding to the location on the front face of a model.

[0010] If this invention is followed, the location of the workpiece object displayed on the location and the screen on the front face of a model by the image is corresponded beforehand. When the configuration of the workpiece object displayed by the configuration and image of a model is almost the same and similar with this, or even if it is any when differing, the actuation feeling of the response near processing actuation in the real world is easily generated using a model, and deformation actuation of an image can be performed.

[0011] Moreover, it is characterized by the configuration of a workpiece where this invention is displayed by the configuration and image of a model being similar.

[0012] If this invention is followed, as shown in below-mentioned drawing 2, a model and the workpiece object of an image can be almost the same, it can be similar, therefore an operator can acquire an actually near response correctly.

[0013] Moreover, this invention is characterized by the configurations of the workpiece displayed by the configuration and image of a model differing.

[0014] If this invention is followed, even if the image on the screen which deformed using the simulation processing tool is a time of the early original configuration being large and changing as later mentioned in relation to drawing 10 for example, it will become possible correctly using the same model to generate the actuation feeling of the response near processing actuation in the real world.

[0015] Moreover, this invention divides into two or more fields the front face of the workpiece displayed by the image, for every field, makes a model correspond alternatively, corresponds beforehand the location on the front face of a model, and the location in the selected field, and is characterized by deforming the location of the field of the image corresponding to the location on the front face of a model.

[0016] If this invention is followed, the configuration of the body which is the workpiece displayed by the image will choose the field which divided and each divided the front face of the workpiece into the

shape for example, of a grid, i.e., two or more fields of rectangles, such as a square, and will make the tabular model of a configuration similar to said each field, for example, a rectangle, correspond, so that it may be later mentioned in relation to drawing 12, for example, when large compared with a model. Furthermore, the location on the front face of a model and the location in the field where the image was chosen are corresponded beforehand. By contacting the location where a simulation processing tool is wished to have on the front face of a model, the location of said field corresponding to the location which contacted is deformed. In this way, a model can be alternatively responded to each field divided into the plurality of the image of a workpiece, and the actuation feeling of a response can be given to an operator.

[0017] Moreover, the memory which stores the three-dimension data of the appearance of a workpiece with which simulation processing of this invention should be carried out, A 1st detection means to detect the location and posture of a model which the operator grasped, A display means to display the configuration of the workpiece corresponding to the front face of the model which looked at the data which answer the output of the 1st detection means, have the two-dimensional screen, and were stored in memory from read-out and an operator on the screen by the image, A simulation processing tool and a 2nd detection means to detect the location in contact with the model of a simulation processing tool, So that the output of a pressure detection means to detect the pressure when contacting a model in a simulation processing tool, and the 2nd detection means and a pressure detection means may be answered, and said part of an image which contacted may be deformed and the time amount rate of change of this deformation may be equivalent to a pressure It is simulation processing equipment characterized by including an image data correction means to amend the data currently stored in memory.

[0018] If this invention is followed, the location and the posture of a model of the model which the operator grasped with the 1st detection means will be detected, and the stereoscopic vision image of the configuration of a workpiece seen from the operator side to the two-dimensional screen will be displayed with a display means by this. The location which contacted the model of the simulation processing tool which the operator grasped with the 2nd detection means is detected, a pressure detection means detects the contact pressure further, and said part of the image of a workpiece which contacted is deformed in this way. The time amount rate of change of the deformation is defined corresponding to a pressure, and amends image data. In this way, the image of a workpiece can be transformed by the simulation processing tool, an operator grasping a model and changing the location and posture of the model.

[0019] Moreover, as for this invention, the 2nd detection means detects the posture of a simulation processing tool further again, and it is characterized by an image data correction means performing image deformation of said part which contacted in the deformation direction corresponding to the posture of the detected simulation processing tool.

[0020] If this invention is followed, the 2nd detection means also detects the posture of the simulation processing tool, and when [, such as for example, a rotation grinding stone or a drill, / long and slender] it has a pencil-like configuration, for example, corresponding to the posture of a simulation processing tool, it not only detects the location in contact with the model of a simulation processing tool, but can define the direction which the image of a workpiece deforms in the simulation processing tool. This can attain further the high sense of reality approximated to processing actuation in the real world.

[0021] Moreover, an image data correction means is characterized by to amend the data which answer the output of the deformation direction setting means and are stored in the memory of said part which contacted so that an image may be dented and it may die, or so that it may upheave, including further a means set up the deformation direction of either the direction which this invention is dented and dies, or the upheaving direction. ✓

[0022] If this invention is followed, a simulation processing tool can dent the image of a workpiece, or it can be transformed so that it may upheave. A three-dimension configuration design becomes very easy by this. An imagination top is possible for upheaving especially a workpiece object partially, and the alteration of a model is easy.

[0023] Moreover, the image data correction means corresponds beforehand the location on the front face of a model, and the location of the workpiece displayed by the image, and this invention is characterized by transforming an image in the location of the image corresponding to the location on the front face of the model when contacting a model and a simulation processing tool.

[0024] If this invention is followed, like above-mentioned claim 3, the location on the front face of a model and the location of a workpiece will correspond beforehand, and a processing tool will transform an image in the location of said part which contacted corresponding to the location on the model front face of the part which contacted on the surface of the model. In this way, even if it is a time of the configuration of a model and a workpiece being similar, or even if it is a time of it not being similar and differing, an operator can be provided with the response near processing actuation in the real world, and an operator can operate a simulation processing tool with the highest possible sense of reality.

[0025] Moreover, an image data correction means divides into two or more fields the front face of the workpiece displayed by the image, and for every field, this invention makes a model correspond alternatively, corresponds beforehand the location on the front face of a model, and the location in the selected field, and is characterized by deforming the location of the field of the image corresponding to the location on the front face of a model.

[0026] If this invention is followed, as stated in relation to claim 6, the front face of the workpiece is divided into two or more fields, when a workpiece is large, the location on the front face of a model and the location in the selected field can be responded by corresponding to a model alternatively for each [the / which was divided] field of every, and an image can be transformed. By this, it can be highly precise and a workpiece can be transformed now.

[0027] Moreover, this invention is characterized by an image data correction means sticking a texture on some [at least] fields of the image of the workpiece displayed by the display means alternatively.

[0028] If this invention is followed, the texture which has the color for which it wishes, a pattern, etc. can be alternatively stuck on some [at least] fields of the image of a workpiece. It becomes easy to understand the image of the finished product of the workpiece by texture attachment by this. Therefore, the activity which processes a workpiece using a simulation processing tool can be done easily, having the image of a finished product.

[0029]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the perspective view showing the configuration of the one whole gestalt of operation of this invention. The stereoscopic vision image 4 of a three-dimension workpiece is displayed by the two-dimensional screen 3 of the display means 2 realized by liquid crystal or a cathode-ray tube etc. with which the processors 1, such as a personal computer, are equipped for the operator who is before drawing 1. By one hand, an operator grasps the model 5 which is an object for actuation, and grasps the long and slender simulation processing tool 6 by the hand of another side. A model 5 is a shoes pattern in the shoemaking industry, and since it is created on the basis of people's guide-peg frame, even if it repeats the form status change form, it is similar, and that each configuration of a model 5 and the image 4 of a workpiece is the same or coming size and becoming Lycium chinense do not have it, and, as for the configuration difference, it continues maintaining the so-called similarity relation. In real space, a xyz rectangular coordinate system is set up and an image 4 is displayed on the screen 3 according to this.

[0030] In order to detect the location and posture in said system of coordinates of a model 5, a sensor S1 and an oscillator 7 are formed. A sensor S1 is fixed to a model 5. An oscillator 7 is formed in a fixed position. A sensor S1 constitutes the 1st detection means. Furthermore, a sensor S2 is fixed to the simulation processing tool 6, the 2nd detection means is constituted with an oscillator 7 in it, and the location and posture in said system of coordinates of the point 8 in contact with the model 5 of the location of the simulation processing tool 6 and a posture, therefore its simulation processing tool 6 are detected in it. Sensors S1 and S2 exist in the alternating current field generated by the oscillator 7, and can detect a location and a posture as mentioned above based on the alternating current magnetic field strength and direction.

[0031] According to the configuration which detects the location and posture of a model 5 and the

simulation processing tool 6 with sensors S1 and S2 and an oscillator 7. It compares with the configuration which connects the simulation processing tool in the above-mentioned advanced technology with a link mechanism. A configuration can be simplified, it is cheap and actuation tolerance can be made large. The degree of freedom of a motion of an operator becomes large, it can work by the ability not making under an activity and the overarm section into the condition of having floated, physical fatigue can be mitigated, a model 5 and the simulation processing tool 6 can be moved further freely, and operability is still better. That is, with the gestalt of above-mentioned operation, during an activity, the overarm section cannot be made into the condition of having floated and the load of the operator at the time of an activity can be mitigated. In the above-mentioned advanced technology, since the simulation processing tool is connected with the link mechanism, an operator will have a hand restrained, consequently will have applied the overload to the overarm section. According to the gestalt of above-mentioned operation of this invention, the problem of such advanced technology can be solved and the load of the operator at the time of an activity can be mitigated as mentioned above.

[0032] By the sensor S2, since the location and posture of the simulation processing tool 6 are detectable. When this simulation processing tool 6 is a long and slender configuration, the location of the three dimension of a point 8, therefore its point 8 and model 5 can be detected. Furthermore, by calculating the posture in the location of a part where a model 5 contacts, and calculating the posture of a model 5 by the sensor S1, the axis of the simulation processing tool 6 can dent for it and transform a model 5 in the direction of an axis of the simulation processing tool 6, or can upheave and transform it into it.

✓ [0033] Although it is not necessary to use a link mechanism, you may make it use a link mechanism in this invention.

[0034] The force sensor S3 which constitutes a pressure detection means is attached in the simulation processing tool 6 again. The pressure of the contact in the part 10 which the point 8 contacted is detectable with this force sensor S3. The deformation direction configuration switch 11 is formed in a simulation processing tool again, and either the direction where the image 4 was dented, or the upheaving direction can be set up.

[0035] Drawing 2 is the perspective view showing a model 5 and the three-dimension stereoscopic vision image 4 of the workpiece in the display screen 3. The location 13 of the workpiece displayed by the image 4 corresponds beforehand, and each location 12 on the front face of a model 5 is set up. In such an object model 5 for similarity mold actuation, the frame configuration of an image 4 lets the process of deformation actuation pass, and it is almost eternal, namely, the model 5 which has a similar configuration is prepared beforehand. [the initial form of an image 4] Since the image 4 whole can be simulated with a model 5, the any selected point 13 of an image 4 is matched with the point 12 of the model 5 corresponding to 1 to 1 as mentioned above. Therefore, an operator can perform form status change form actuation of an image 4 intuitively using a model 5 and the false processing tool 6.

[0036] Drawing 3 is the block diagram showing the electric configuration of a processor 1. The output from sensors S1-S3 and the deformation direction configuration switch 11 is given to the processing circuit 14 realized with a microcomputer etc., and the output from the deformation configuration switch 19 and selecting switches 30 of the input means 15, such as a keyboard, is given to it, respectively. The processing circuit 14 can read the data of the record medium 16 which the portable record medium 16 of a floppy disk etc. was made to output the image after completion of the workpiece displayed on the screen 3 to read-out / write-in means 17, or recorded the initial image of a workpiece on it, and can be received while displaying the image 4 of a workpiece on the display means 2 as mentioned above.

[0037] Drawing 4 is a flow chart for explaining actuation of the processing circuit 14 shown in drawing 3. It moves from step a1 to step a2, and a display mode is performed. In order for the image 18 of the processing tool in this same graphic space to perform three-dimension form status change form actuation of the image 4 of the workpiece in the graphic space displayed on the screen 3, it is operated using the simulation processing tool 6 furnished with a sensor S2 and a force sensor S3 to the model 5 for actuation furnished with the sensor S1 in real space. By the sensor S1, the location and posture of a model 5 are detected and an image 4 is displayed on the screen 3. By the sensor S2, the location and posture of the simulation processing tool 6 are detected, and an image 18 is displayed on the screen 3.

[0038] The pressure generated according to the contact situation of a model 5 and the point 8 of the simulation processing tool 6 is detected by the force sensor S3. Corresponding to this detected pressure, the configuration of the processed field of said part of an image 4 which contacted deforms. By sensors S1 and S2, since the location and posture of a model 5 and the simulation processing tool 6 are detected as mentioned above, the images 4 and 18 of the screen 3 are displayed, after the operator has looked at the model 5 and the simulation processing tool 6.

[0039] The texture image to wish to have can be stuck on the front face of an image 4 in the display mode in this step a2. A texture is sticking and displaying partially, arbitrary images, such as texture of the front face of the workpiece displayed with an image 4, color, and a pattern, over the whole, on the front face of the workpiece in graphic space. An operator can be made to understand the image of the finished product of a workpiece easily by this now. ✓

[0040] At step a3, the point 8 of the simulation processing tool 6 detects the pressure in contact with a model 5 with the output of a force sensor S3. It judges whether it is or not, more than 1 [threshold F] the detected pressure F sets beforehand. When the detected force F is more than threshold F1 ($F \geq F1$), it moves to the following step a4, and form status change form mode is performed. ✓

[0041] Drawing 5 is drawing for explaining actuation of a force sensor S3. A force sensor S3 derives the electrical signal which has the level to which the point 8 of the simulation processing tool 6 was in direct proportion to the pressure in contact with a model 5. Less than [threshold F1], the detected pressure F performs a display mode in ($F < F1$) and step a2. When the detected force F is more than threshold F1, in step a4, form status change form mode is performed as mentioned above. The input means 15 can adjust this threshold F1, and by this, according to the individual difference of the strong man of a finger, a weak person, etc., it can improve the operability of the simulation processing tool 6, and can perform form status change form mode. ✓

[0042] Drawing 6 is a flow chart for explaining concrete actuation in the form status change form mode shown in step a4 of drawing 4 performed by the processing circuit 14. It moves from step b1 to step b2, and calculates and asks for the deformation location of the image 4 on graphic space from the location and posture of the model 5 detected by sensors S1 and S2, respectively, and the simulation processing tool 6. the configuration of the workpiece displayed by the configuration and image 4 of a model 5 in the object model 5 for similarity mold actuation mentioned above in relation to drawing 2 is the same -- or it is similar and each locations 12 and 13 are matched beforehand. Other gestalten of operation of this invention about matching of each location of such a model 5 and an image 4 are later mentioned further in relation to drawing 10 - drawing 13.

[0043] The deformation of an image 4 is calculated and calculated at step b3. Corresponding to the pressure of the part which is detected by the force sensor S3 and which contacts, the time amount rate of change of deformation changes.

[0044] Drawing 7 is drawing showing the time amount rate of change v of the deformation corresponding to the contact pressure F detected by the force sensor S3 of the image 4 of a workpiece. When a pressure F is the threshold F1 explained in relation to drawing 5, the time amount rate of change $v1$ of deformation is a comparatively small value. The time amount rate of change v of deformation changes with a primary function as a pressure F becomes large.

[0045]

$$v = k1 \text{ and } F+c \text{ -- (1)}$$

Here, $k1$ and c are constants.

[0046] The deformation direction set up by the deformation direction configuration switch 11 is forward, and deformation can set up the direction which is dented by cutting etc. and dies, or the deformation direction is negative, and it can switch and set up the direction which carries out padding and upheaves.

[0047] At step b4 of drawing 6, with the deformation calculated at step b3, an image 4 is transformed and it indicates by stereoscopic vision in the deformation location called for at step b2 at the screen 3. As deformation may be calculated and you may indicate by deformation by the deformation configuration switch 19 in the configuration which has a smooth convex surface near the deformation

location called for in step b2, as shown by the reference mark 20 of drawing 8 (1), or shown by the reference mark 21 of drawing 8 (2), it is a sharp deformation configuration, for example, deformation may be calculated in the shape of a truncated cone, and you may indicate by deformation.

[0048] It is also possible for it to be made to transform the image 4 at the time of processing which the simulation processing tool 6 is a knife and shaves off a model 5 with this knife with other gestalten of operation of this invention.

[0049] Drawing 9 is the perspective view simplified for explaining the condition of carrying out deformation processing of the model 5 using the simulation processing tool 6. When the location 12 of a model 5 is contacted, the point 8 of the simulation processing tool 6 is the time amount rate of change v of the deformation corresponding to the force detected by the force sensor S3, and an image 4 is transformed so that the padding of the sheet metal 22 with fixed thickness may be deleted or carried out to a target one by one. Let it be a small area as each plate 22 has so small that it is deep an area and approaches a crowning towards upheaving towards denting and dying. This can perform the deformation display of an image 4 easily.

[0050] Drawing 10 is drawing showing image 4a displayed on the model 5 of other gestalten of operation of this invention, and the screen 3 of the display means 2. When in contacting that point 8 on the front face of a model 5, and deforming the configuration of image 4a using the simulation processing tool 6 it can be made to be able to deform using same model 5a until it results in the frame configuration of image 4a, and the whole image 4a can be expressed by model 5a, this object model 5a for map mold actuation is used. Namely, the configuration of the workpiece displayed by the configuration of model 5a, and image 4a almost the same [in / in the early stages of form status change form actuation, have already differed, or / the early stages of form status change form actuation] -- or, even if similar Such model 5a is used [by performing form status change form actuation, the configuration of model 5a comes to differ from the configuration of image 4a] at the time, and the location in each configuration of model 5a and image 4a corresponds beforehand. Irrespective of deformation of image 4a, model 5a may be for example, the convex form model equipped with the versatility used in common, or may be a concave model.

[0051] In image 4a, the locations 24 and 25 on the front face of model 5a are matched with 1 to 1 by the locations 26 and 27 of image 4a which has a map relation, respectively, and locations 26 and 27 are beforehand set as them for them in the processing circuit 1. Even if image 4a carries out a form status change form and differs from the configuration of model 5a greatly by this, an operator can operate the simulation processing tool 6 and can generate the actuation feeling of a response and reaction force.

[0052] Drawing 11 is a flow chart for explaining actuation of the processing circuit 1 when using object model 5a for map mold actuation shown in drawing 10. It moves from step c1 to step c2, and the locations 24 or 25 which are the points on the front face of model 5a are detected by the output of a switch S2. The other configurations and the actuation which calculate the locations 26 or 27 on image 4a, and deform a configuration at step c3 are the same as that of the gestalt of the above-mentioned operation.

[0053] Drawing 12 is drawing showing image 4b displayed on model 5b of other gestalten of operation of this invention, and the screen 3 of the display means 2. With the gestalt of this operation, image 4b of the workpiece which is a candidate for a design assumes the actual very large time compared with model 5a. The front face of the workpiece displayed by image 4b is carved into two or more grid-like, for example, rectangle, fields 29, and is divided. The selection means 30 chooses one field 29 in two or more fields which can be set to image 4b. The field 29 chosen by this corresponds to the front face of model 5b. In this way, the single field 29 chosen on image 4b of graphic space is matched with object model 5b for subtype actuation. This model 5b is used common to two or more fields 29, and with the gestalt of this operation, model 5b is tabular and is equipped with versatility.

[0054] Drawing 13 is a flow chart which shows actuation of the processing circuit 1 for explaining the actuation which transforms image 4b using object model 5b for subtype actuation shown in drawing 12. It moves from step d1 to step d2, and one field 29 in the field divided into the plurality of image 4b by the selection means 30 is chosen. This selected field 29 corresponds to model 5b. The location 32 on

model 5b is matched with the location 33 which is a point in one selected field 29 of image 4b by 1 to 1. [0055] At the following step d3, by contacting the front face of model 5b using the simulation processing tool 6, the location 32 of model 5b can be detected and the configuration of the location 33 of the selected field 29 can be deformed by the following step d4. In this way, it calculates and asks for the location 33 in the field 29 of image 4b, and deformation actuation of a configuration is performed. A series of actuation is ended at step d4.

[0056] With the gestalt of operation of this invention shown in drawing 12 and drawing 13, it becomes possible to migrate to a large field from a detailed field, and to deform the configuration of image 4b using common model 5b with the OFF part beam precision which the field 29 of image 4b divides.

Other configurations and actuation are the same as that of the gestalt of the above-mentioned operation.

[0057] In this way, using the three-dimension configuration data after processing of the body currently stored in the obtained memory, NC (numerical control) processing equipment can be operated and the body of finished products, such as a model which has the actual configuration for which it wishes, can be manufactured. The three-dimension data after processing are stored in a record medium 16.

[0058] In order to detect the location and posture of Models 5, 5a, and 5b, and in order to detect the location and posture of the simulation processing tool 6, you may make it use the configuration of not only a configuration but others which use the combination of the above-mentioned sensors S1 and S2 and an oscillator 7 with other gestalten of operation of this invention. A force sensor S3 may be realized by the strain gage etc.

[0059] According to this invention, the three-dimension solid image data of the finished product of the workpiece obtained by deforming by the image data correction means can be transmitted and stored in the memory of pocket forms, such as a floppy disk, for example, NC (numerical control) machinery can be equipped with this memory, and a finished product can be manufactured automatically.

[0060] In this invention, a color, a pattern, etc. can be stuck in the field which performs actuation of sticking a texture to the three-dimension workpiece of the graphic image displayed on this two-dimensional screen, namely, the front face of a workpiece expects of it further. By this, the completion image of a finished product can be realized easily and the molding design of goods becomes still easier.

[0061] ✓

[Effect of the Invention] According to this invention of claim 1, the stereoscopic vision image of a three-dimension workpiece is displayed on the two-dimensional screen. An operator Since a model can be contacted in a simulation processing tool, the workpiece of an image can be transformed by this and an image can be transformed with the time amount rate of change of the deformation corresponding to the pressure of the contact To the three-dimension workpiece displayed in graphic space, the virtual design which performs a configuration design interactively can be attained, moreover can provide an operator with the response near processing actuation in the real world, and can attain a high sense of reality. And according to this invention, although the model may be prepared in the fixed position, an operator may grasp and displace and a configuration design becomes still easier by this.

[0062] Thus, in deformation actuation of the image of a three-dimension workpiece, form status change form actuation that precision is high is cheaply realized with a comparatively easy configuration, being accompanied by the sense of reality high as mentioned above by using the model and simulation processing tool for actuation. Therefore, in the field which was performing the configuration design from the former using the clay model and the wooden model, expansion of the three-dimension configuration design of this invention is attained.

[0063] According to this invention of claim 2, when an operator grasps a model and detects the location and posture of the model, the configuration of the stereoscopic vision of the workpiece seen from the operator can be expressed to the screen as an image, therefore a high sense of reality can be given to an operator.

[0064] According to this invention of claim 3, the location on the front face of a model, and the location of a workpiece by corresponding beforehand Even if it is any when differing when a model and a workpiece are the same and it is similar and A simulation processing tool can be contacted on the front face of a model, the image of a workpiece can be transformed, and actuation approximated as much as

possible to processing actuation in the real world can be performed now.

[0065] According to this invention of claim 4, a model has a configuration similar to the configuration of a workpiece, and according to this invention of claim 5, a model can give an operator the response which contacted and approximated the simulation processing tool to processing actuation in the real world as much as possible on the front face of a model, even if the configuration of a workpiece has a different configuration and is at which time.

[0066] According to this invention of claim 6, a workpiece compares with a model. When large, Divide the front face of the workpiece into two or more fields, and a model is made to correspond alternatively. The location on the front face of a model, Correspond the location in the selected field and a simulation processing tool is contacted on the front face of a model. The location where the image of a workpiece corresponds can be deformed, it can be highly precise, and the workpiece which has a large configuration in this way can be transformed now, and the response near processing actuation in the real world can be given to an operator in such a configuration.

[0067] According to this invention of claim 7, the 1st detection means can detect the location and posture of a model which the operator grasped, and it can be displayed as the stereoscopic vision image which looked at the configuration of a workpiece from the operator. Further with the 2nd detection means When a simulation processing tool detects the location in contact with a model and detects the contact pressure with a pressure detection means further, said part which contacted with the time amount rate of change of the deformation corresponding to a pressure It can deform and this can perform now form status change form actuation that precision is high, with a high sense of reality. Moreover, such actuation is very easy. It is possible to give an operator the actuation feeling of an actually near response and reaction force. Moreover, since such a configuration is easy, its failure decreases, and it can be realized by the low price.

[0068] Furthermore, according to this invention, this invention can be carried out over rough processing from micro processing. For form status change form actuation of the technical field which was furthermore performing the configuration design using the clay model and the wooden model from the former, and other three-dimension workpieces, this invention can be carried out broadly.

[0069] According to this invention of claim 8, the 2nd detection means can detect the posture of a simulation processing tool, the deformation direction of a workpiece can be set up corresponding to the posture when contacting a model in a simulation processing tool, and this can perform deformation actuation of the image of a workpiece with a still higher sense of reality.

[0070] According to this invention of claim 9, the image of a workpiece can be dented, or it can upheave and the outstanding effectiveness that this can perform various kinds of configuration designs easily is attained.

[0071] According to this invention of claim 10, like above-mentioned claim 3, when the configuration of a model and the configuration of a workpiece are the same and it is similar, an operator can be provided with the response near processing actuation in the highest possible real world, and reaction force also in any when differing.

[0072] Being accompanied by the highest possible sense of reality like above-mentioned claim 6, according to this invention of claim 11, even if a workpiece is compared with a model at the large time, form status change form actuation that precision is high is attained, and even if it is a big workpiece, it becomes possible to perform micro processing easily.

[0073] According to this invention of claim 12, since a texture can be alternatively stuck on some [at least] fields of the image of a workpiece, it becomes very easy to understand the image of the finished product of the workpiece by texture attachment, and the deformation activity of the workpiece by the simulation processing tool can be easily done with a sense of reality.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

TECHNICAL FIELD

[Field of the Invention] With the application of the so-called computer graphics (abbreviated name CG) technique, an operator molds this invention on a workpiece object using a simulation processing tool, and it relates to the simulation processing approach and equipment which can be displayed on real time in three dimension in the form of which it complains to vision and which perform the so-called virtual molding.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

EFFECT OF THE INVENTION

[Effect of the Invention] By this invention of claim 1, the stereoscopic vision image of a three-dimension workpiece is displayed on the two-dimensional screen, and an operator can contact a model in a simulation processing tool, can transform the workpiece of an image by this, and can transform an image with the time amount rate of change of the deformation corresponding to the pressure of the contact. Therefore, to the three-dimension workpiece displayed in graphic space, the virtual design which performs a configuration design interactively can be attained, moreover can provide an operator with the response near processing actuation in the real world, and can attain a high sense of reality. And according to this invention, although the model may be prepared in the fixed position, an operator may grasp and displace and a configuration design becomes still easier by this.

[0062] Thus, in deformation actuation of the image of a three-dimension workpiece, form status change form actuation that precision is high is cheaply realized with a comparatively easy configuration, being accompanied by the sense of reality high as mentioned above by using the model and simulation processing tool for actuation. Therefore, in the field which was performing the configuration design from the former using the clay model and the wooden model, expansion of the three-dimension configuration design of this invention is attained.

[0063] According to this invention of claim 2, when an operator grasps a model and detects the location and posture of the model, the configuration of the stereoscopic vision of the workpiece seen from the operator can be expressed to the screen as an image, therefore a high sense of reality can be given to an operator.

[0064] According to this invention of claim 3, the location on the front face of a model and the location of a workpiece are corresponded beforehand, When a model and a workpiece are the same and it is similar, and even if it is any when differing, a simulation processing tool can be contacted on the front face of a model, the image of a workpiece can be transformed, and actuation approximated as much as possible to processing actuation in the real world can be performed.

[0065] According to this invention of claim 4, a model has a configuration similar to the configuration of a workpiece, and according to this invention of claim 5, a model can give an operator the response which contacted and approximated the simulation processing tool to processing actuation in the real world as much as possible on the front face of a model, even if the configuration of a workpiece has a different configuration and is at which time.

[0066] According to this invention of claim 6, a workpiece divides the front face of the workpiece into two or more fields, when large compared with a model, Make a model correspond alternatively, correspond the location on the front face of a model, and the location in the selected field, and a simulation processing tool is contacted on the front face of a model. The location where the image of a workpiece corresponds can be deformed, it can be highly precise, and the workpiece which has a large configuration in this way can be transformed now, and the response near processing actuation in the real world can be given to an operator in such a configuration.

[0067] According to this invention of claim 7, with the 1st detection means, the location and posture of a model which the operator grasped can be detected, and it can be displayed as the stereoscopic vision

image which looked at the configuration of a workpiece from the operator, and is the 2nd detection means further, When a simulation processing tool detects the location in contact with a model and detects the contact pressure with a pressure detection means further, said part which contacted can be deformed with the time amount rate of change of the deformation corresponding to a pressure, and this can perform form status change form actuation that precision is high, with a high sense of reality. Moreover, such actuation is very easy. It is possible to give an operator the actuation feeling of an actually near response and reaction force. Moreover, since such a configuration is easy, its failure decreases, and it can be realized by the low price.

[0068] Furthermore, according to this invention, this invention can be carried out over rough processing from micro processing. For form status change form actuation of the technical field which was furthermore performing the configuration design using the clay model and the wooden model from the former, and other three-dimension workpieces, this invention can be carried out broadly.

[0069] According to this invention of claim 8, the 2nd detection means can detect the posture of a simulation processing tool, the deformation direction of a workpiece can be set up corresponding to the posture when contacting a model in a simulation processing tool, and this can perform deformation actuation of the image of a workpiece with a still higher sense of reality.

[0070] According to this invention of claim 9, the image of a workpiece can be dented, or it can upheave and the outstanding effectiveness that this can perform various kinds of configuration designs easily is attained.

[0071] According to this invention of claim 10, like above-mentioned claim 3, when the configuration of a model and the configuration of a workpiece are the same and it is similar, an operator can be provided with the response near processing actuation in the highest possible real world, and reaction force also in any when differing.

[0072] Being accompanied by the highest possible sense of reality like above-mentioned claim 6, according to this invention of claim 11, even if a workpiece is compared with a model at the large time, form status change form actuation that precision is high is attained, and even if it is a big workpiece, it becomes possible to perform micro processing easily.

[0073] According to this invention of claim 12, since a texture can be alternatively stuck on some [at least] fields of the image of a workpiece, it becomes very easy to understand the image of the finished product of the workpiece by texture attachment, and the deformation activity of the workpiece by the simulation processing tool can be easily done with a sense of reality.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

TECHNICAL PROBLEM

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is offering the simulation processing approach and equipment which generate and give the actuation feeling of a response to the simulation processing tool which the operator's grasped, and enabled it to give a high sense of reality moreover.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view showing the configuration of the one whole gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] It is the perspective view showing a model 5 and the three-dimension stereoscopic vision image 4 of the workpiece in the display screen 3.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the electric configuration of a processor 1.

[Drawing 4] It is a flow chart for explaining actuation of the processing circuit 14 shown in drawing 3.

[Drawing 5] It is drawing for explaining actuation of a force sensor S3.

[Drawing 6] It is a flow chart for explaining concrete actuation in the form status change form mode shown in step a4 of drawing 4 performed by the processing circuit 14.

[Drawing 7] It is drawing showing the time amount rate of change V of the deformation corresponding to the contact pressure F detected by the force sensor S3 of the image 4 of a workpiece.

[Drawing 8] It is the simplified perspective view showing the configuration in the deformation location which can be set up by the deformation configuration switch 19.

[Drawing 9] It is the perspective view simplified for explaining the condition of carrying out deformation processing of the model 5 using the simulation processing tool 6.

[Drawing 10] It is drawing showing image 4a displayed on model 5a of other gestalten of operation of this invention, and the screen 3 of the display means 2.

[Drawing 11] It is a flow chart for explaining actuation of the processing circuit 1 when using object model 5a for map mold actuation shown in drawing 10.

[Drawing 12] It is drawing showing image 4b displayed on model 5b of other gestalten of operation of this invention, and the screen 3 of the display means 2.

[Drawing 13] It is the flow chart which shows actuation of the processing circuit 1 for explaining the actuation which transforms image 4b using object model 5b for subtype actuation shown in drawing 12.

[Description of Notations]

- 1 Processor
- 2 Display Means
- 3 Two-dimensional Screen
- 4, 4a, 4b Image
- 5, 5a, 5b Model
- 6 Simulation Processing Tool
- 8 Point
- 11 The Deformation Direction Configuration Switch
- 14 Processing Circuit
- 15 Input Means
- 16 Record Medium
- 17 Read-out / Write-in Means

29 Field
S1, S2 Sensor
S3 Force sensor

[Translation done.]

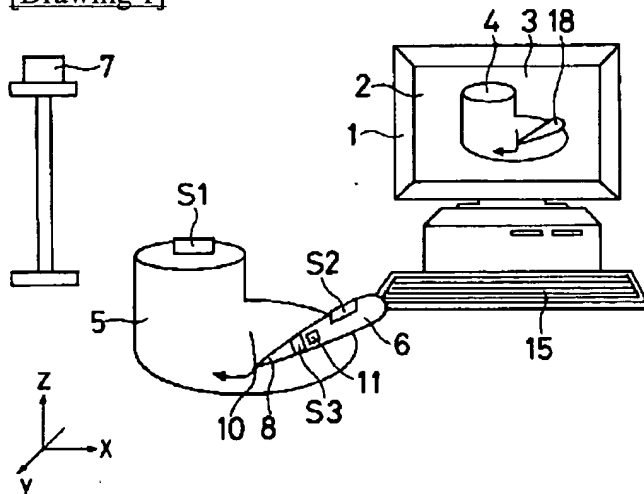
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

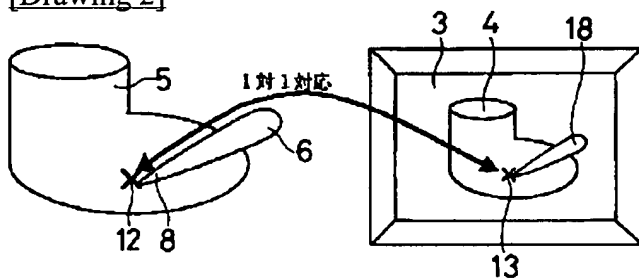
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

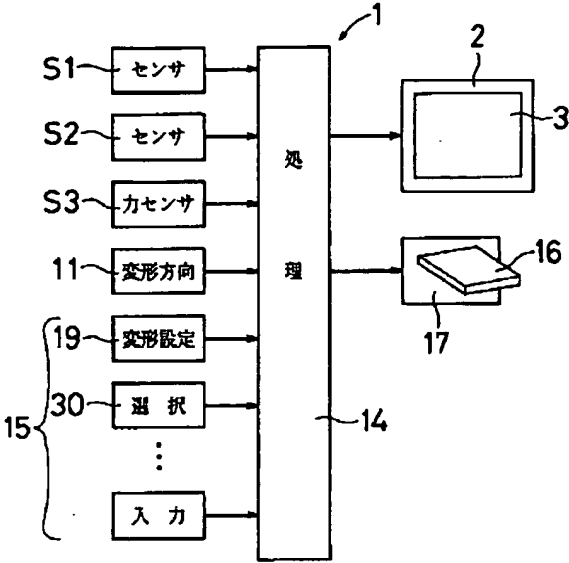
[Drawing 1]



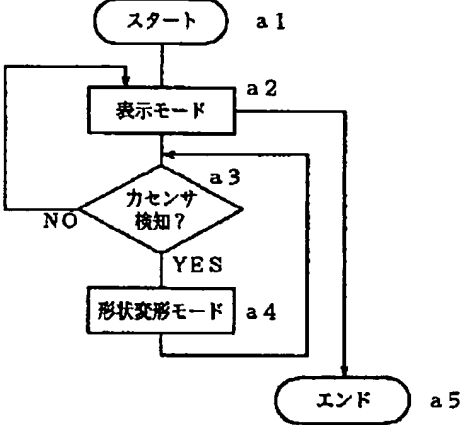
[Drawing 2]



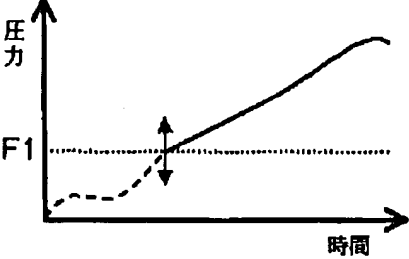
[Drawing 3]



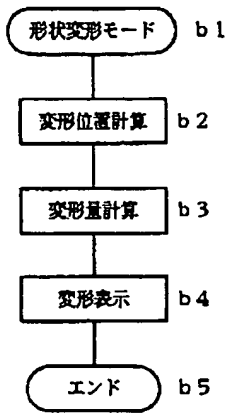
[Drawing 4]



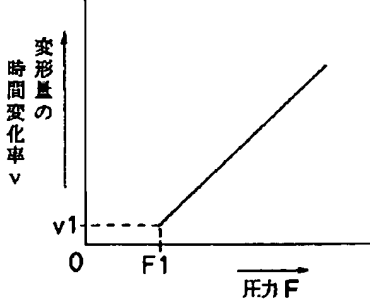
[Drawing 5]



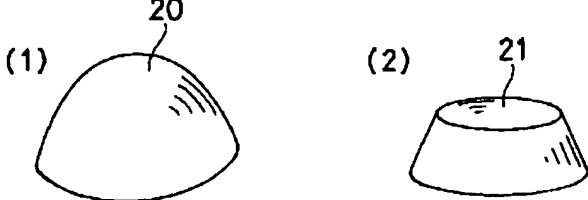
[Drawing 6]



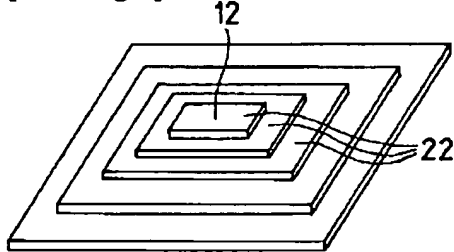
[Drawing 7]



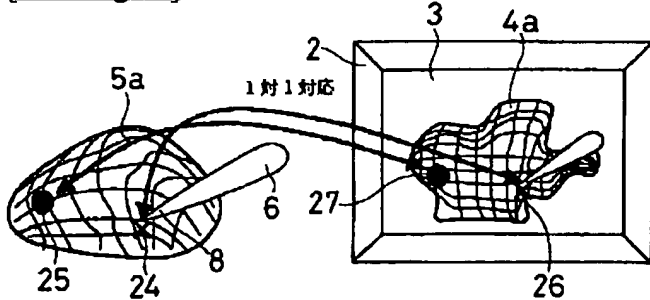
[Drawing 8]



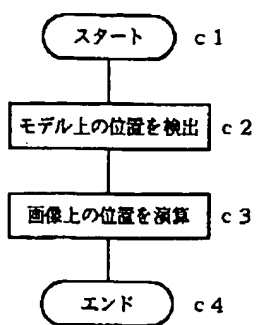
[Drawing 9]



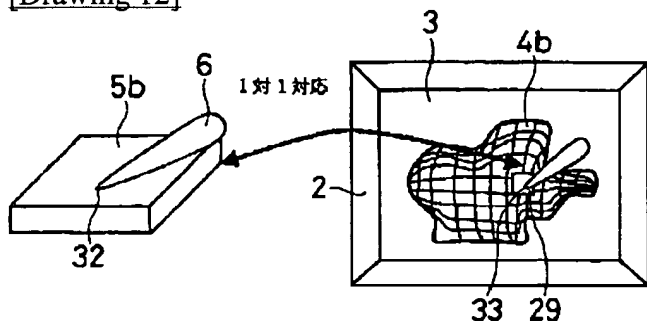
[Drawing 10]



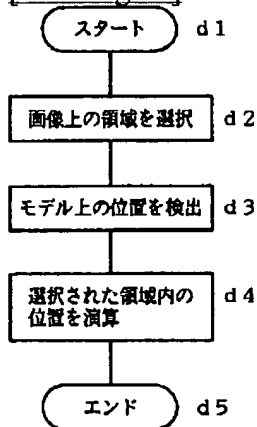
[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.